

ЛОРАН ШЕФЕР

КВАНТИКС

КОМИКС О КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ И ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ



ОМК
ИЗДАТЕЛЬСТВО

“УВЛЕКАТЕЛЬНО И РАЗВЛЕКАТЕЛЬНО!”

КАРЛО РОВЕЛЛИ, ФИЗИК

«Увлекательно и развлекательно!»

Карло Ровелли, физик, один из родоначальников ветлевой
квантовой теории гравитации

«Тороплюсь поддержать эту красивую книгу.

Наша цивилизация нуждается в таких книгах, как эта: доступных и глубоких»

Николай Гизин, физик, специалист в области
квантовой криптографии

«Благодаря этой книге я узнал, что чем быстрее мы двигаемся, тем больше
возрастает наша инертная масса. С тех пор я убедил свою жену, что она зря
заставляла меня бегать, чтобы сбросить вес. Спасибо!»

ZEP, художник, создатель комикса «Титоф»

«Действительно круто и познавательно!»

Жак Драбоше,
нобелевский лауреат по химии в 2017 г.

«Потрясающий графический роман. Наряду с забавными историями там есть
и серьезные отрывки, которые здорово помогают представить. Повествование
связывает вместе историю научных открытий, их значение и условия, представляя их
через комичные приключения персонажей — обычных людей в повседневной жизни».

Клод-Алан Пилле, физик-математик

«Этот комикс представляет цельную, аргументированную, интересную точку зрения,
которая позволяет читателям понять идею ограничений того, что мы знаем или что
можем предположить о реальности физического мира».

Давид Рюэль, физик-математик,
медаль Макса Планка в 2014 г.

Author – Illustrator

Laurent Schafer

Colorists

Ariane Schafer

Laurent Schafer

Scientific collaboration

Claude-Alain Pillet

Professor at the Centre of Theoretical Physics,
Université d'Aix-Marseille, Université de Toulon, CNRS

Senior Editor

Anne Pompon

Production Editor

Sarah Forveille

© Dunod, 2019
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-078942-9

Лоран Шефер

КВАНТИКС

Комикс о квантовой физике
и относительности



Москва, 2020

УДК 530.1
ББК 22.31
Ш53

Лоран Шефер

Ш53 Квантикс: Комикс о квантовой физике и относительности. –
М.: ДМК Пресс, 2019. – 154 с.

ISBN 978-5-97060-831-9

Квантовый мир глазами героев комикса!

Что если за хрупким фасадом нашего повседневного мира кроется иная реальность? В ней яблоко, сорвавшееся с дерева, не падает на землю, а парит в воздухе; масса в ней пуста, пространство противоречиво, а время переменчиво.

Звучит фантастично? Однако учёные доказали: такая реальность существует. Добро пожаловать в квантовый мир, где природа ведёт себя вовсе не так предсказуемо, как мы привыкли думать!

На страницах вы найдёте сведения о квантах и фотонах, рассказы об открытиях из области физики и палеонтологии, факты из биографии великих учёных и любопытные параллели между физикой и философией. И всё это в увлекательной форме комикса!

Издание предназначено для всех, кто интересуется современными тенденциями в науке и предпочитает изучать самые сложные ее аспекты в популярном изложении.

УДК 530.1
ББК 22.31

Quantix. La physique quantique et la relativité en BD, by Laurent SCHAFER
© Dunod Editeur, 2019, Malakoff.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-97060-831-9 (рус.) © Copyright, Dunod, 2019
ISBN 978-2-10-078942-9 (анг.) © Оформление, издание, ДМК Пресс, 2019

Содержание

| | | |
|----------|-----------------------------------|-----|
| Пролог. | Приблизительная реальность | 9 |
| Глава 1. | Эластичное время | 13 |
| Глава 2. | Как мир стал странным | 29 |
| Глава 3. | Сила внутри нас | 35 |
| Глава 4. | Искривленная Вселенная | 45 |
| Глава 5. | Мир, состоящий из пустоты | 61 |
| Глава 6. | Абсурдна ли природа? | 81 |
| Глава 7. | Когда прошлое зависит от будущего | 103 |
| Глава 8. | Существует ли пространство? | 117 |
| Эпилог. | Неопределенное облако в пудинге | 137 |





Введение

Большинство людей не знают, но более ста лет назад ученые обнаружили странный континент, на котором росли очень странные деревья. На этом континенте яблоко не обязательно падало: иногда оно парило в воздухе, деформировалось, раздваивалось или выбирало случайное непредсказуемое место. Вокруг него время может ускориться или даже вовсе остановиться. Более того, это яблоко по сути сделано из пустоты.

Где же находится этот мир, где яблоки не всегда падают?.. Это же наш мир! Наши чувства обманывают нас: вселенная — это не то, как мы ее воспринимаем. Показывая повседневную жизнь обычных землян, таких как мы, данный графический роман объясняет эту удивительную скрытую реальность ту, где время переменчиво, масса пуста, пространство противоречиво, а кванты непредсказуемы. Это легкое, интересное и веселое путешествие. И в то же время оно скрупулезно и опирается на труды многих выдающихся исследователей и физиков.

Итак, время отправляться в дорогу. С этого момента вы больше не будете ускользать от разговора, когда кто-то в компании говорит слова типа «квант» или «относительность». Кстати, этим кем-то можете стать и вы в недалеком будущем.

ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

«Мировоззрение классической физики приблизительно.
Теперь мы знаем, что это мировоззрение "в корне неверно"».

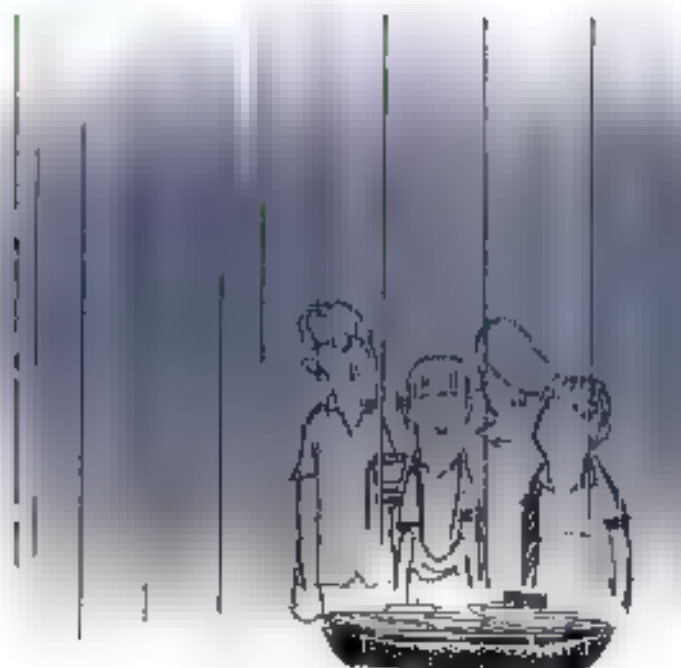
*Брюс Розенблюм и Фред Каттнер,
физики, Университет Калифорнии*





Лишь некоторые из них способны
стремителю узнать, что лежит за
границами наших горизонтов.





Облака, дождь, солнце. Это все, о чем мы думаем, когда говорим о том, что находится над нами, на небе в выш.
В нашем маленьком, безопасном мире мы неизменно продолжаем жить между бесконечно большим
и бесконечно маленьким. Как кусок сыра под стеклянным куполом.

Но сыр, купол и каждый из нас принадлежат большому целому, в котором наша только начинаем ориентироваться
и подражать. Его правила увлекательны, захватывающи и невероятны. И мы подчиняемся тем же правилам
здесь, на земле.

ЭЛАСТИЧНОЕ ВРЕМЯ

«Внезапно время стало гибким как резина»

Дэн Фолк,
автор фантастики

Забавный факт

Когда ты на
велосипеде.

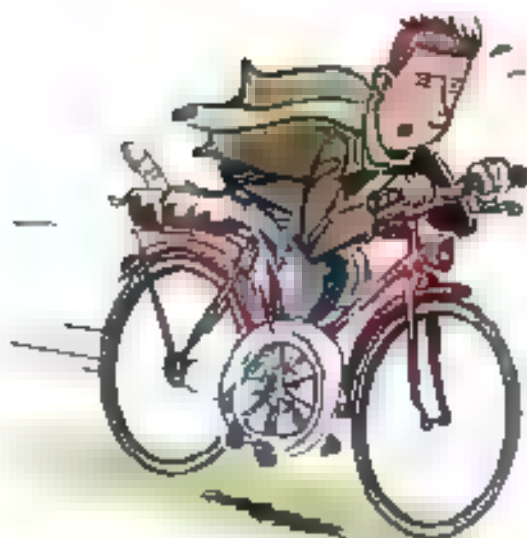
Время на самом
деле «западает»

Время идет более медленно, чем
для того, кто сидит на месте.



Если бы человек, сидящий на скамейке, мог отчетливо видеть часы-велосипедиста, он бы увидел, что они тикают относительно медленнее, чем его собственные.

Чем быстрее вы двигаетесь, тем больше растягивается время. С точки зрения наблюдателя, скорость «замедляет» время!



Противного времени работает на нас: на велосипеде мы медленнее стареем!



Хотя обычно кажется наоборот





Но подождите-ка! Как мы к этому
пришли? Как вообще олигадиот
связан с пространством-временем?



Когда мы думаем о пространстве-времени,
мы обычно представляем что-то такое.



Пространство-время – это идеальное жилище для научной фантастики – быстрое и гарантированное решение, чтобы любой фильм или книга стала захватывающей.

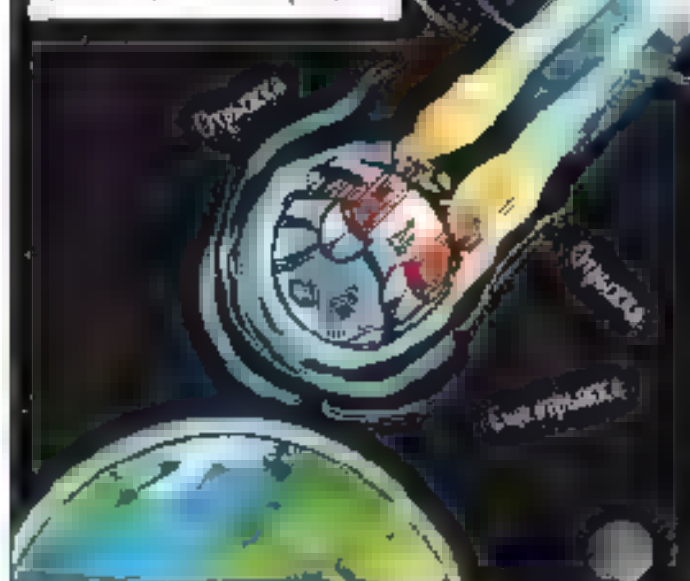


Пространственно-временной окладок может заткнуть практически любую дырку в сюжете.



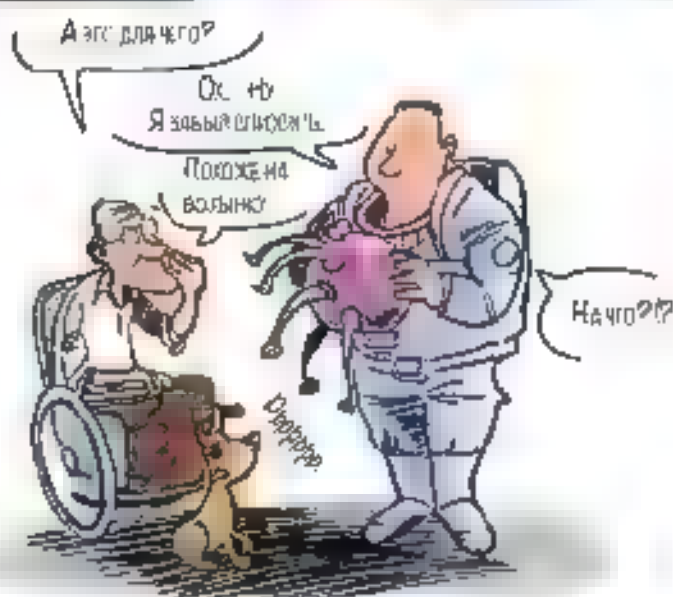
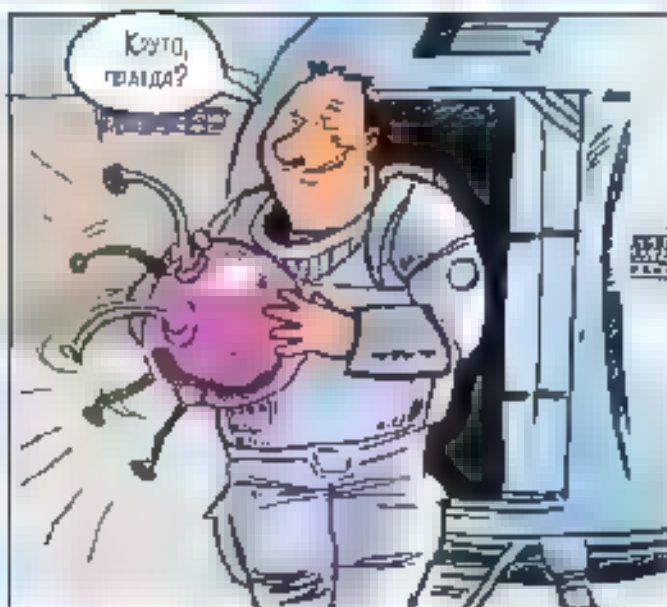
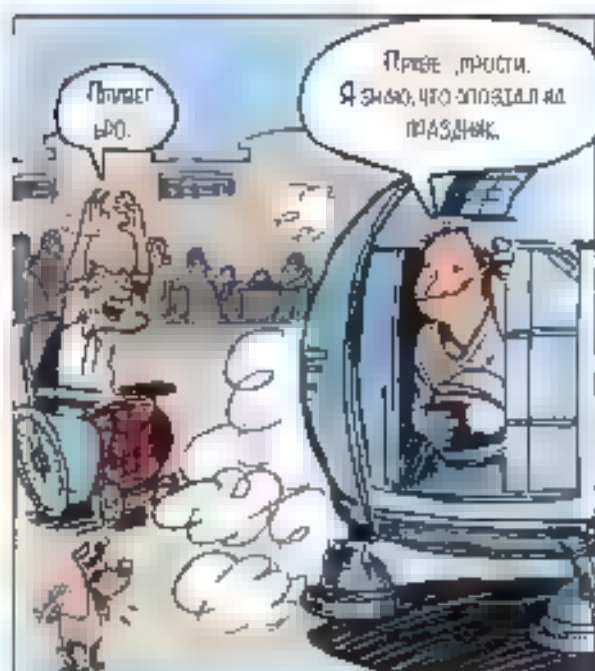
А еще там будут красивые мерцающие спецэффекты!

Как о фастфуд, его легко проглотить, но тяжело переварить.



И это такой удобный способ вернуться домой!





«Пространство-время», когда оно не используется как научно-фантастическое клише, это описание одной из самых удивительных научных теорий в вселенной:

СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Давайте разберемся в ней, взяв случайную планету на самом краю межзвездного космоса:

Добро пожаловать на Згмока!



Как минимум, относительно неплохая идея.

Хочешь
ментоловый
прохлад?

- Нет спасибо! У меня
откаю вещей желудок
белый

Проблема в том, что они не знали о странных свойствах пространства-времени

Почти как и мы — будущи прекрасными астрономами, мы так и не выбрали колесо.

Слышалности?
Мы собираемся погнать парочку
оптонов Згмокине Згмока

Я казал
«Згмока», а ты
Гзоб.

Фотонс??

- В общем, мы собираемся
продолжить на световым лучом
и захватить образцы световых
частей в его конца.

Интересный проект.
Но свет чертовски
быстро движется.

Схватить пригоршню фотонов в кончике светового
луча требует ужасно много приготовления. Как
минимум.



Качающие, агмикокиана обладают удивительными
совершенными технологиями.



Они разработали машины, тяга которых может
вызвать зацепки из статуи святого Гидеона.

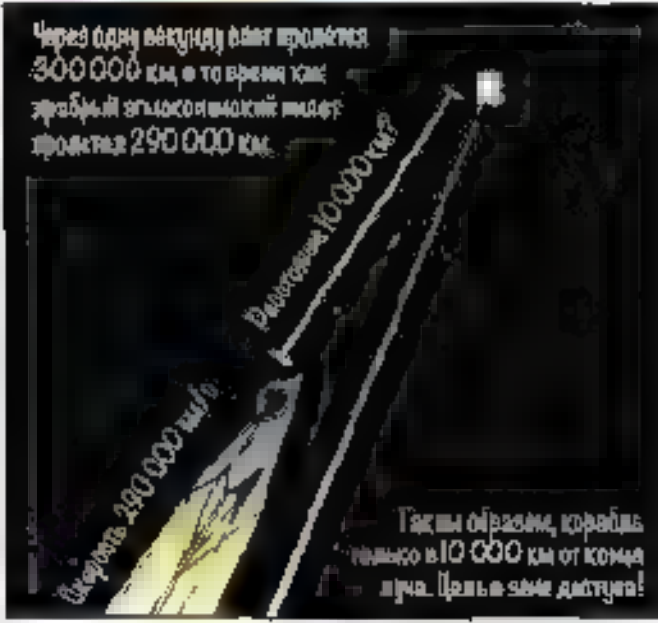


На скорости, близкой к скорости
света, около 300 000 километров
в секунду...



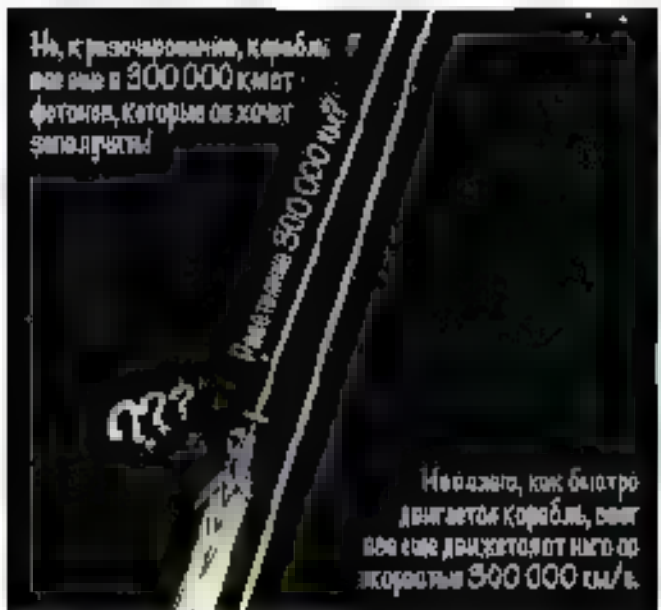
...коммичский корабль
медленно входит в луч света.

Через одну секунду свет пролетит
300 000 км, а то время как
звездный агмикокианский корабль
пролетит 290 000 км.



Таким образом, корабль
только в 10 000 км от конца
луча. Цель в зоне досягаемости!

Но, к разочарованию, корабль
все еще в 300 000 км от
фотона, который он хочет
захватить!



Неудивительно, как быстро
двигается корабль, свет
все еще движется от него со
скоростью 300 000 км/с.

Как бы он ни ускорялся, корабль не подходит ближе
к концу луча света, ни на дюйм, ни на микрон,
ни на йоту, ничего.

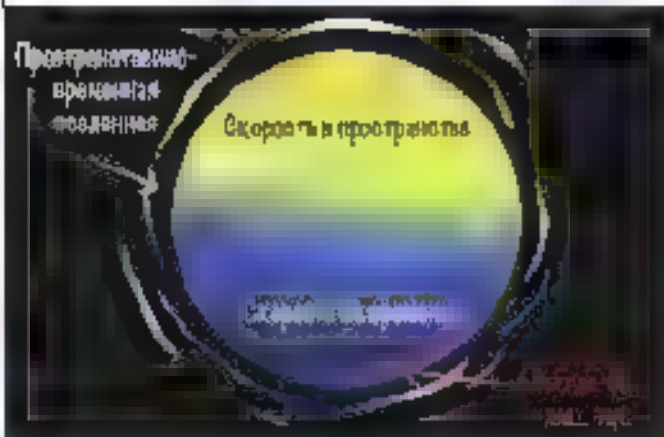


- Что происходит
Каждого ГЗАСБА?

Да??



Как это может быть правдой? Время и пространство две стороны одной медали. Представьте нашу вселенную в виде сферы. Желтый представляет скорость в пространстве, синий — скорость во времени.



Время и пространство постоянно компенсируют друг друга: когда какой-либо объект снижает свою скорость в одном из них, он увеличивает свою скорость в другом!

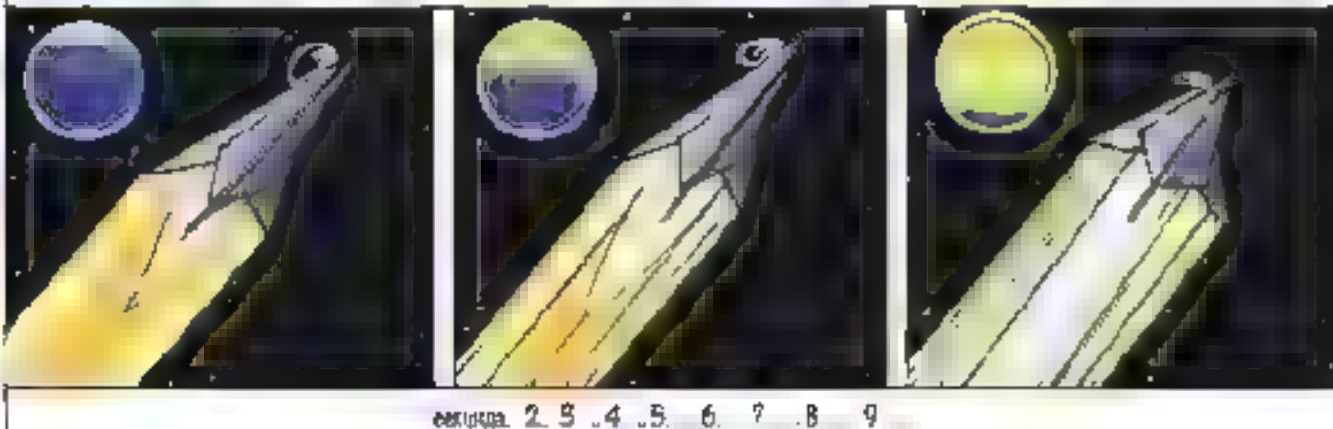


Сфера — это сумма скоростей во времени и пространстве. Эта сумма соответствует скорости света, которая является константой, то есть она никогда не изменяется.

Если объект ускоряется в пространстве, его скорость во времени замедляется: внешний наблюдатель может заметить, что часы объекта идут медленнее, чем его собственные.



Если бы этот внешний наблюдатель мог увидеть корабль, разогнавшийся в пространстве, он бы заметил, что секунды для корабля идут медленнее. Также можно заметить, что корабль «сдавливается» в уменьшенное пространство, и его инертная масса — его инерция — возрастает.



При взгляде с диспетчерской вышки формы, взмывающей, жёстко замедляются, голов пилота растягивается.



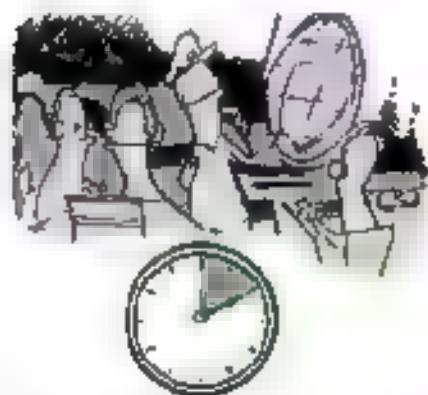
Это релятивистский эффект: пилот в своей кабине не замечает ничего странного. Его часы тикают в той же аккорстостью, что и всегда.



Диспетчерская вышка, наблюдая за часами корабля, летящего со скоростью $261\,000\text{ км/с}$, 18% от скорости света, может заметить, что часы на корабле идут два раза медленнее его собственных часов.

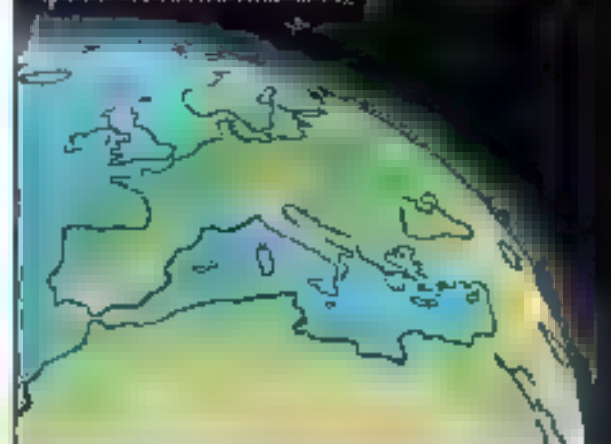
Другими словами, пока на диспетчерской вышке проходит 1 час , на корабле проходит только $0,5\text{ часа}$.

Если бы скорость корабля достигла 98% скорости света, то время на борту было бы медленнее в пять раз: 1 час для нас был бы всего 24 минуты .



Чем больше вы ускоряетесь, тем больше замедляется время: чем больше территории мы захватываем у пространства, тем больше мы теряем во времени. Чтобы достичь конца светового луча, вам понадобится бесконечный запас энергии бесконечной количества времени. Свет движется со скоростью $300\,000\text{ км/с}$. Его скорость постоянна. Время нет.

Думаете, что это не имеет ничего общего с вашей повседневной жизнью? Сильно ошибаетесь. Удивительная растяжимость пространства-времени применима к нашей планете.



Вам не нужно отправляться в далекую-далекую галактику, чтобы найти такие отклонения. Эти эффекты пространства-времени можно обнаружить и на старушке Земле.

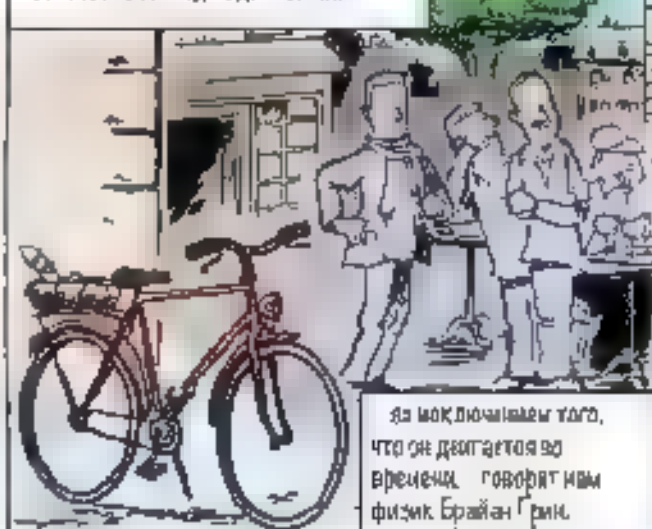


К примеру, вернемся к тому самому велосипеду

Посмотри поближе



Посмотрим еще ближе. Итак, прямо сейчас велосипед не двигается.



Снова вспомним пространственно-временную офер. Она полностью описывает: скорость велосипеда и то, сколько времени.



Тем не менее, как только на велосипед кто-то садит и поедет, его скорость во времени уменьшится относительно скорости и пространства (показано желтым наверху).



Помните: сумма скорости во времени и пространстве всегда равна скорости света, которая является универсальным постоянным значением.

$40 \text{ км/ч} = \text{замедление на } 0,0000007 \text{ наносекунды}$

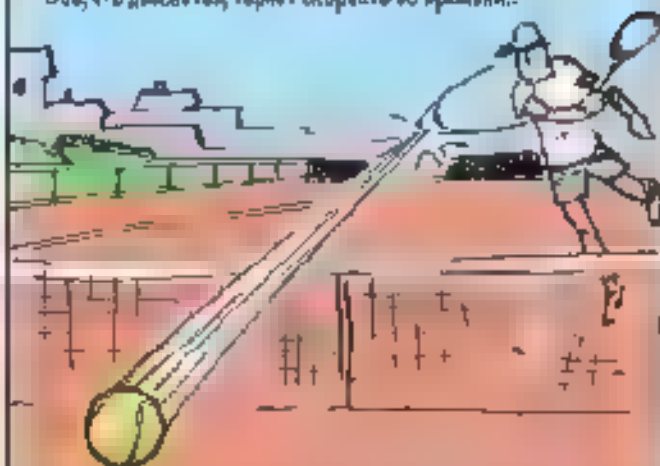


Даже на велосипеде время замедляется. Оно становится медленнее всего на несколько миллиардных секунд, но это действительно происходит.

Автомобильщик может заметить, что машина, движущаяся со скоростью 100 км/ч, замедляется во времени на 0,00000041 наносекунды. На самом деле он может заметить, что часы в машине идут медленнее, чем его.

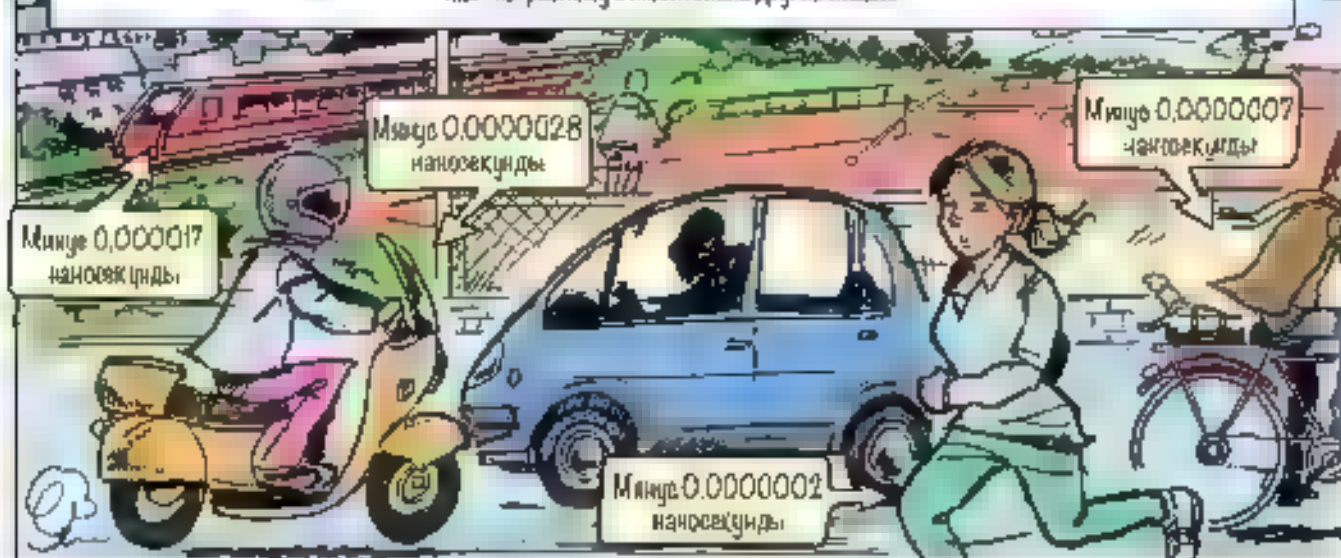


Все, что движется, теряет скорость во времени...



по сравнению с неподвижным объектом.

Каждый из нас живет во временной реальности, отличающейся от других. Это не метафора. Так действительно обстоит дело. Не существует универсальных часов. Каждый из нас живет по своим собственным часам, и наше время идет по-разному относительно других людей.



Не верите? В 1971 г. двое американских ученых впервые проверили специальную теорию относительности. Несколько цезиевых атомных часов были установлены на самолеты, летевшие вокруг света.



Часы на самолетах действительно замедлялись на несколько наносекунд.



Впервые человечество получило доказательство того, что мы свободны от временных рамок.

Вскоре чаше вачиотро втамот свободный отбрюк клиш и широких шоретников эпохи диско. Но это уже совсем другая история.

Ух ты, Боб!
Вот это узоры!

- Да ты
просто жертва
моды!



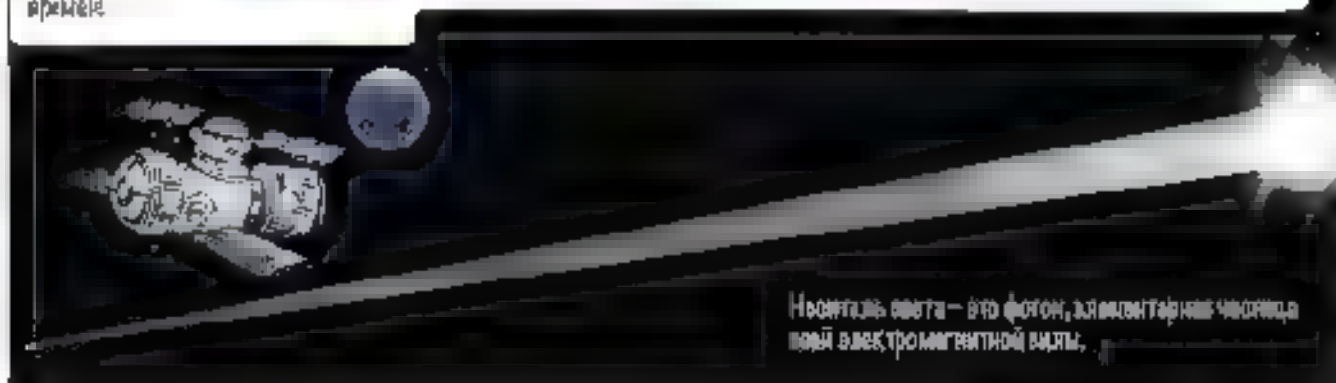
- Ох, да! Кто
думал, что это
будет выглядеть
круто?

Твои штаны
тоже ужасны.

Самые быстрые микрокосмические объекты являются космические зонды: они достигают рекордных скоростей до 100 000 км/ч. Орбитальная станция достигает около 28 000 км/ч, ей требуется чуть более часа, чтобы облететь вокруг Земли. Таким образом, за час мы стеряют 0,3 миллисекунды.



Но в космическом масштабе мы похожи на земных улиток. И даже это может быть олимпийским рекордом для улитки! За одну секунду за один миг наш глаз свет оборачивается вокруг Земли 7,5 раза. Это рекорд скорости всех времен!



Носитель света — это фотон, элементарная частица
новой электромагнитной волны.

Все на свете движется в пространстве и времени. Исключая свет: он один движется только в пространстве на максимально возможной скорости. Поскольку свет не движется во времени, он не стареет. Дальний конец светового луча не имеет возраста.

Свет движется только в пространстве.
Поэтому пространственно-временная ось
для него не существует.



Означает ли это, что у света нет ни конца, ни начала? Если он не имеет возраста, то является альфой и омегой. Если так, конец светового луча может быть началом и концом времени от большого взрыва до ближайшего будущего. Более того, кажется, что поток времени сам по себе является иллюзией. Вернемся к этому позже.



Пока что вернемся к нашей реальности. Кстати, тем, кто заметил эту странную связь между пространством и временем, был Альберт Эйнштейн. Попробуй любого прохожего назвать мной одного известного ученого — это почти наверняка будет имя Эйнштейна.



У Эйнштейна такая репутация, что цитирование его слов, не важно насколько это известно, заставляет людей предлагать мудрее. Неоминично существует несколько цитат великого физика... которых он никогда не говорил.



КАК МИР СТАЛ СТРАННЫМ

«Существует теория, которая утверждает, что если кто-то точно узнает, что такое Вселенная и зачем она существует, то она тут же исчезнет, и вместо нее появится что-то еще более странное и необъяснимое. Существует и другая теория, утверждающая, что это уже произошло»

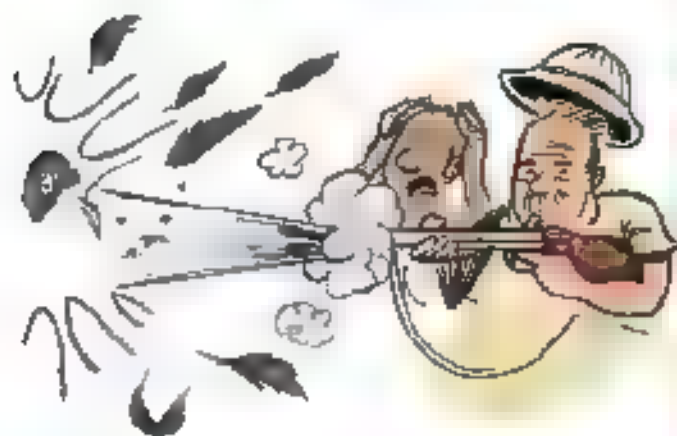
Из «Автостопом по галактике» Дугласа Адамса



Чуть более века назад Земля была в основном проледована. Человечество гаддалось там, что раскрыве самые глубокие тайны природы. После воллеса открытий и исследований мы подумали, что имеем понятие о мире... Или, по крайней мере, скоро получим.



С тех пор никто больше не видел ни одного черного мамонта.



В те времена люди не любили, когда их уютнейшее жилище подвергалось сомнению. В 1892 году ученый Эжен Дюбуа оттолкнулся этим фактом в весьма жесткой форме.



Одним из таких исследователей был Адамс Брайан, известный натуралист который путешествовал по экзотическим джунглям в 1907 году в поисках черных мамонтов.



-О-о-о, потрясающе!

К сожалению, Адамс был представителем того отчаянного времени, когда люди, «наиболее охотно заинтересованные в жемчужках бытия мира, были также теми, кто с большей вероятностью пропадали как вымышленные» как писал доктор Билл Брайан.



Будущий молодой исследователь, Дюбуа обнаружил то, что эволюция стало известно как Яванский человек - промежуточное звено между обезьяной и человеком. Он ожидал, что его и его находку ждет триумфальный прием на родине, в Голландии.



Но гильдия палеонтологов приветствовала Дибуча всем выкупила бы писем от отделения антропологии, которые говорят, что сейчас они получат треть за день хлещу.



Череп просто не подходил ни под одну из существующих классификаций. Это была всякая причина помыслить о нем.



Яванскому человеку пришлось ждать 60 лет, чтобы его наконец признали первым Homo Erectus. За это время в скелет успел превратиться и лам Дибуча.



Хэрр. Яванский человек не был единственным случаем. Первый череп австралопитека (француз Тауниг) прожил долгие годы в качестве преподателя, прежде чем был признан настоящим антропологическим сокровищем.

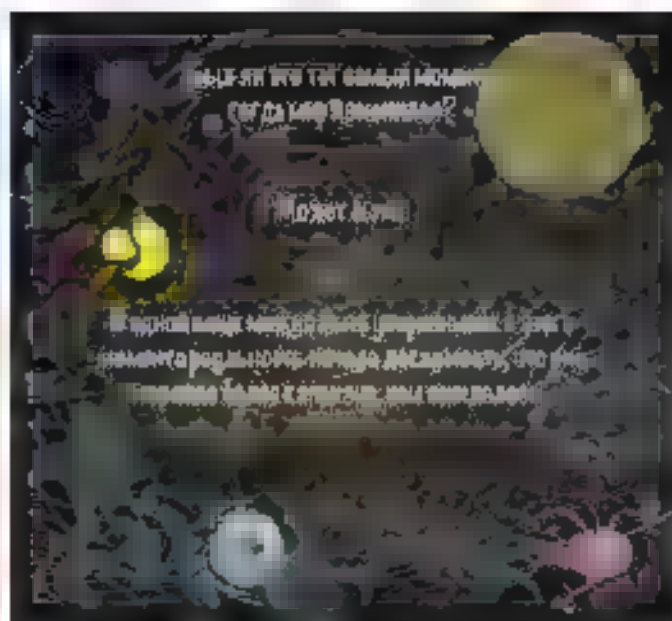


Вот так выглядел научный мир и его дилеммы в начале 1900-х. Академики укрывали буржуазные дамы, культивировали национализм и делили награды, полагая, что мир раскрыл все свои тайны.



Уверенный в этом, известный физик лорд Кельвин даже сделал предсказание:

«Ничего нового уже нельзя открыть! Все, что остается, это тщательно и скрупулезно измерять уже открытое»



Все началось в 1905 году. Этот обычный мадьянский человек в своем обычном костюме перевернул все современное понимание физики.



В свои двадцать
еще он был ладит
старше.

Он уже два года работает в Федеральном ведомстве патентов в Берне. Его первая настоящая работа.



Альберт Эйнштейн чувствует себя опкойно в такой Швейцарии в отличие от его родной Пруссии, превратившейся в единственного позера.



Он изучает патенты и их возможности, а также проводит время за всеми соответствующими проектами. Его начальник, Фридрих Халлер, дает своему умному и сообразительному сотруднику полную свободу действий.



Эйнштейн любил разгадывать теоремы в области физики, как если бы они были патентами, зарегистрированными в Федеральном ведомстве запатентуемых изобретений.

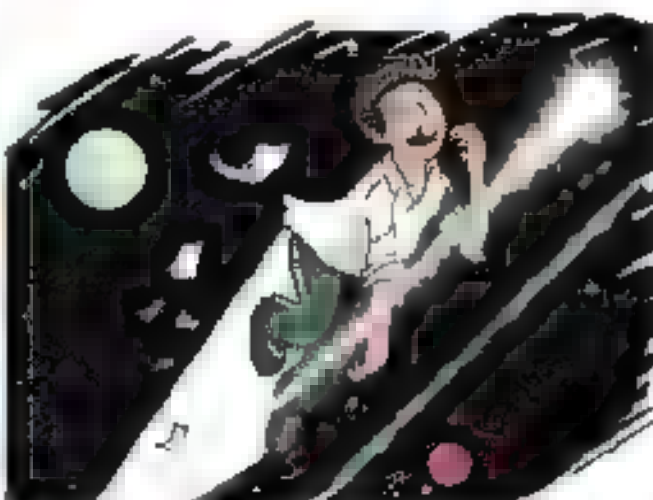


Его коллега и друг Мичеле Бессо помогал ему в исследованиях. Для Эйнштейна 1905 год станет *Annus Mirabilis*. Годом чудес.



Этот «технический помощник третьего уровня» развивает четыре теории, каждая из которых является революционной. Как если бы один человек одновременно открыл колесо, электричество, двигатель внутреннего сгорания и электронный чип...

В выпуске журнала «*Annalen der Physik*» Эйнштейн раскрывает свою специальную теорию относительности и странное расширение времени, которое мы уже рассмотрим.



Затем он погружается в бесконечное море. Его вторая статья доказывает существование атомов — то, в чем наука до сих пор была не уверена.

Третья статья Эйнштейна обнаруживает, что свет движется «зернами» или квантами — частицами. Когда они ударяются о металлическую поверхность, эти кванты фотонов генерируют электрический ток.



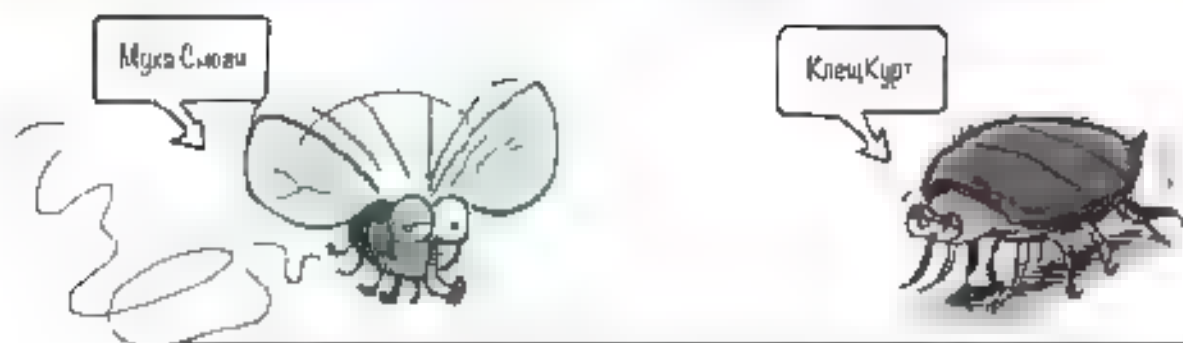
Своей теорией квантов света Эйнштейн помогает основать то, что станет квантовой физикой. Её виден почти на двадцать лет опережает своё время. Итак, можете себе представить, что в 1905 году блестящие находки Эйнштейна посвятил научное обществом оксан путаницы.



Четвертая статья года чудес Эйнштейна была опубликована в ноябре 1905 года. В ней описывается соотношение массы и энергии, выраженный равенством, которое станет самым известным уравнением всех времён.



И теперь, спустя десятилетия два совершенно особенных насекомых собираются показать это уравнение нам. Познакомьтесь только с мухой Сюзан и клещом Курт, которые станут случайными актёрами этой научной демонстрации.



Они могут выглядеть так, будто больше хотят почесаться, чем медитировать на взаимодействие массы и энергии, но эти насекомые все ещё собираются показать нам путь к $E = mc^2$.

СИЛА ВНУТРИ НАС

« $E = mc^2$ это табличка на двери ведущей в новую реальность, которая отличается от той, что мы знаем»

Кристоф Гальфар, физик



Семья беспроблемно приземляется на эту книгу. В то же самое время Курт пыльно чихает. Выбравшись изейной машины, возле шкафа делают последний штрих для дестабилизации...



которая заставляет забытую книгу упасть. Хороший объем и-твердо, кожа, переплетный картон. Твердое вещество.



Мы давно знаем, что движущийся объект наделен тем, что называется кинетической энергией.

Ты как?? Не поранился?



В этом случае энергии достаточно, чтобы стукнуть вас по голове.

- Забудьте! Она оторвется на главе «Исчислите свою нитреню»!

Мне совсем не спешно.

Мы думали, что, находясь в состоянии покоя, объект не имеет какой-либо другой энергии.



На самом деле эта неподвижная книга полна чудесной энергии.

которой хватит, чтобы обеспечить электричеством целый город, такой, как Париж и его пригороды, - в течение года.

Она гласит $E = mc^2$



Звучит странно, но это очень просто. $E = mc^2$ дает вам энергию, содержащуюся в, например, массе книги, которую вы держите в одной руке. Для простоты предположим, что она весит один килограмм

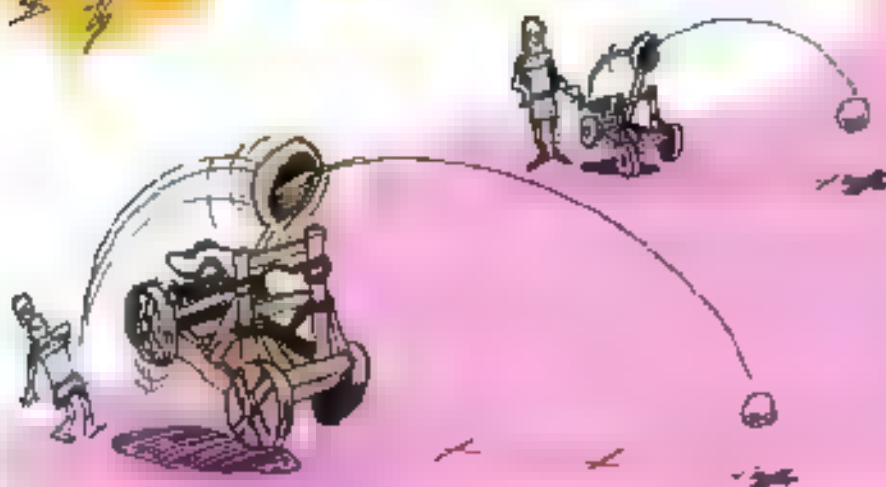
E это энергия. По определению, эта энергия электромагнитная и измеряется в джоулях.



M это масса, измеряемая в килограммах

C это скорость света (300 000 км/с), скорость, с которой движется электромагнитная энергия (E).

$$E = MC^2$$



Природа движущейся энергии кобылка. Она любит производить в квадраты. Представим себе маленькую катапульту, запускающую камень.

чтобы конуть этот камень в три раза дальше, нам нужна катапульта не в три раза, а в девять раз более мощная. Кинетическая энергия вычисляется с помощью возведения в квадрат скорости объекта — это факт, известный с XVII века.

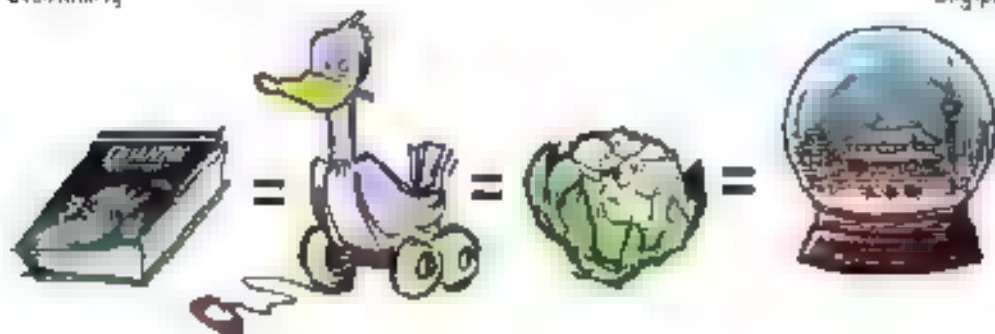
Итак, какова энергия, заключенная в книге весом в один килограмм? Мы просто должны применить формулу $E = mc^2$ то есть $E = 1 \text{ кг} \times 300\,000 \times 300\,000 = 90\,000\,000\,000 \text{ МДж}$. Это эквивалентно 25 000 ГВт·ч годовому потреблению электроэнергии в городе с 12 млн жителей, как Париж или Лондон. Или 20 000-килотонной тротилевой бомбе! И мы говорим здесь о килограммах ЛЮБОГО материала или вещи, так это...

Не верьте безопасному виду этой книги,

или смешной цыпке Кряке,

или этой цветной капусте,

или даже стилизованному марку со снегопадом внутри.



Каждый из них содержит мощность, в 1000 РАЗ большую, чем ядерный взрыв в Хиросиме!



Итак, ледяной куб – это просто энергия, «замороженная» как ледяной куб. Но эта энергия пока не собирается взорваться нам прямо в лицо.



Мы обычно знаем, как преобразовать небольшую порцию этой массы в энергию, используя химические реакции, такие как горение.



Кроме того, мы используем $E = mc^2$ каждый день, даже не зная об этом.

Этот двигатель сжигает бензин. Энергия возникает в результате химического преобразования небольшой части массы топлива.



Батареи преобразуют долю своей массы в энергию. Лишь ультратонкие вещи могут показать, что они весят чуть меньше после того, как отработают.



Даже наши мысли основаны на химических реакциях, которые преобразуют небольшую массу в энергию.



Ваше тело – это огромный энергетический запас! Представьте, если бы мы могли преобразовать хотя бы несколько его крипиц в чистую энергию.



Мы будем как супергерои.



О чем, судя всего, поставит?

Чуть левее.

Ммм, нет, пожалуй, правее.

Мои костюмы лучше, чем раньше шёл.

— Перебьют и немного жопы. Хорошая штука, а то и жалость проглотится.

Итак, с помощью суперспособностей ты можешь передвигать дерево в воду!

О-о-о? Онова обескураживает? Игнорировать шашлыки? Это уже классика.

А что-то полезное. Воды спасения мира тебя не привлекает?

Нейтрон раскалывает ядро урана, и это порождает цепную реакцию.

1 грамм урана.

...производит энергию, эквивалентную двум тоннам нефти.

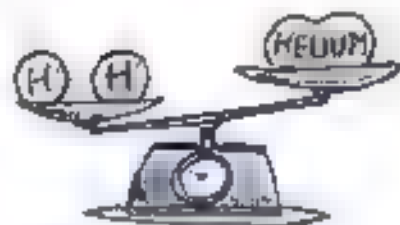
Но есть и способ получения:
Возьмите два атома
водорода и хорошенько их
подогрейте.



Они сплавятся при 15 млн
градусов



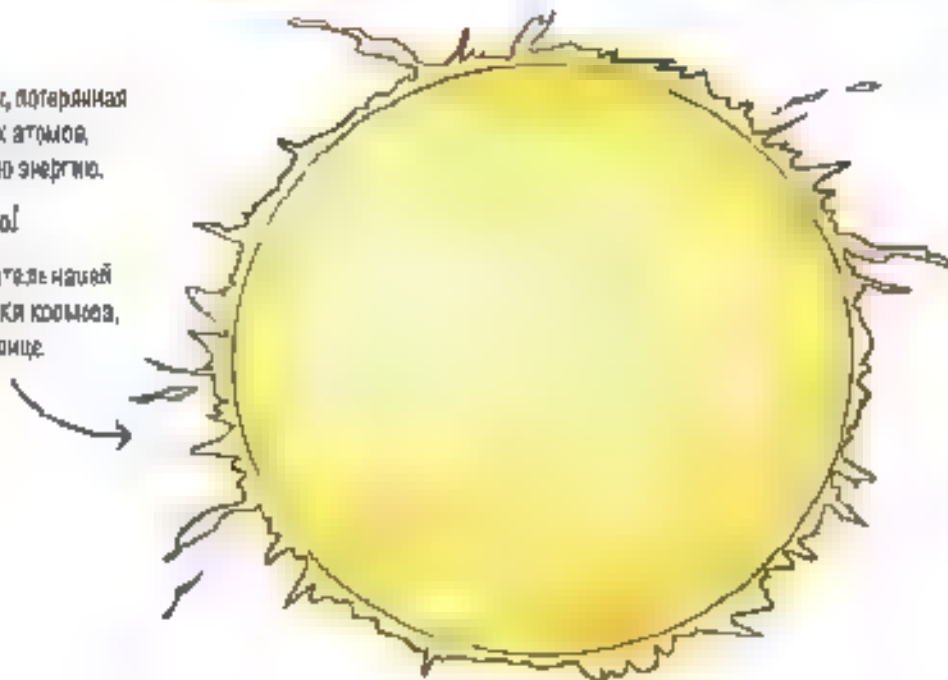
Выполните атомтелия,
который чуть легче, чем два
атома водорода.



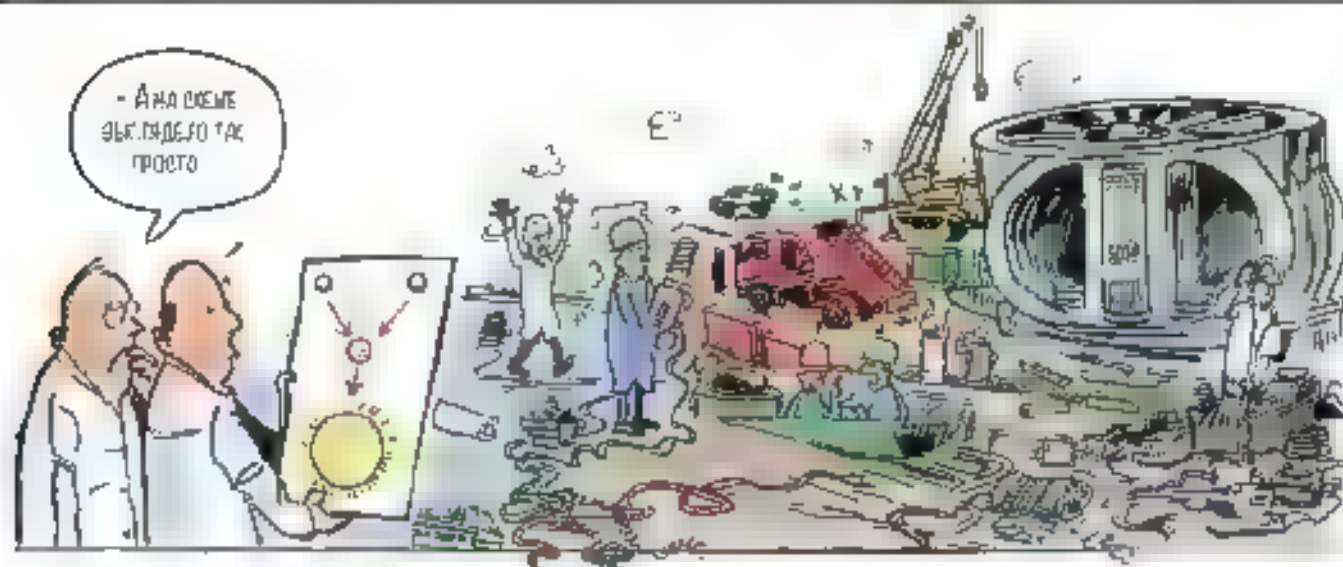
Эта небольшая часть массы, потерянная
в процессе слияния двух атомов,
преобразовалась в чистую энергию.

И какую энергию!

Это то, что гудит в двигателях нашей
Вселенной, великой фабрика космоса,
включая и наше Солнце.



Это так называемый термоядерный синтез, который является для энергетических исследований тем же, что философский камень для алхимиков, это святой Грааль энергии. Прототип реактора под названием Токмак ITER строится во Франции, в результате международной последовательной программы, которая до сих пор в значительной степени является экспериментальной.







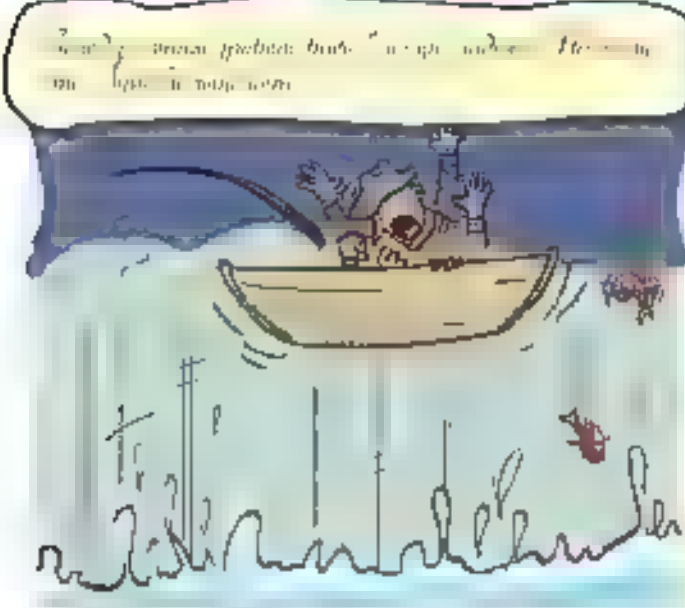
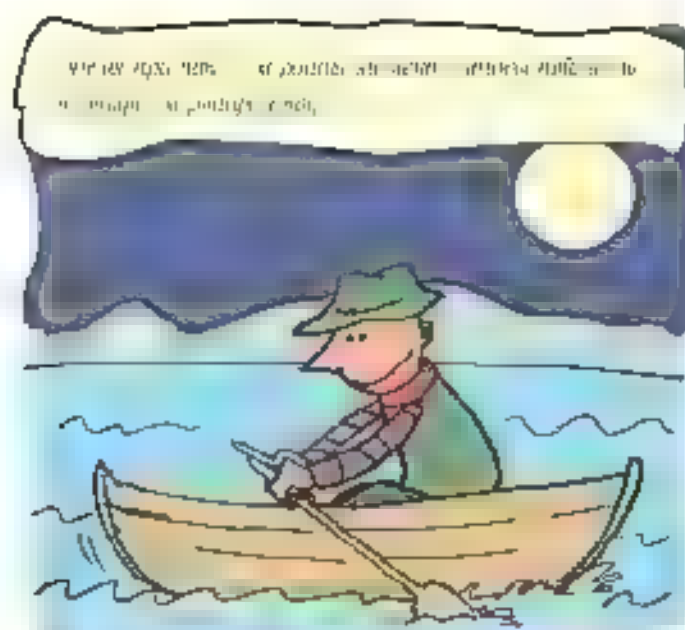


ИСКРИВЛЕННАЯ ВСЕЛЕННАЯ

«Пространство-время может изгибаться, складываться, оборачиваться вокруг мертвой звезды и исчезать в черной дыре. Оно может трястись, как живот Санта-Клауса, излучать волны гравитационного сжатия или крутиться как тесто в Миксмастере»

Деннис Овербай, автор фантастики

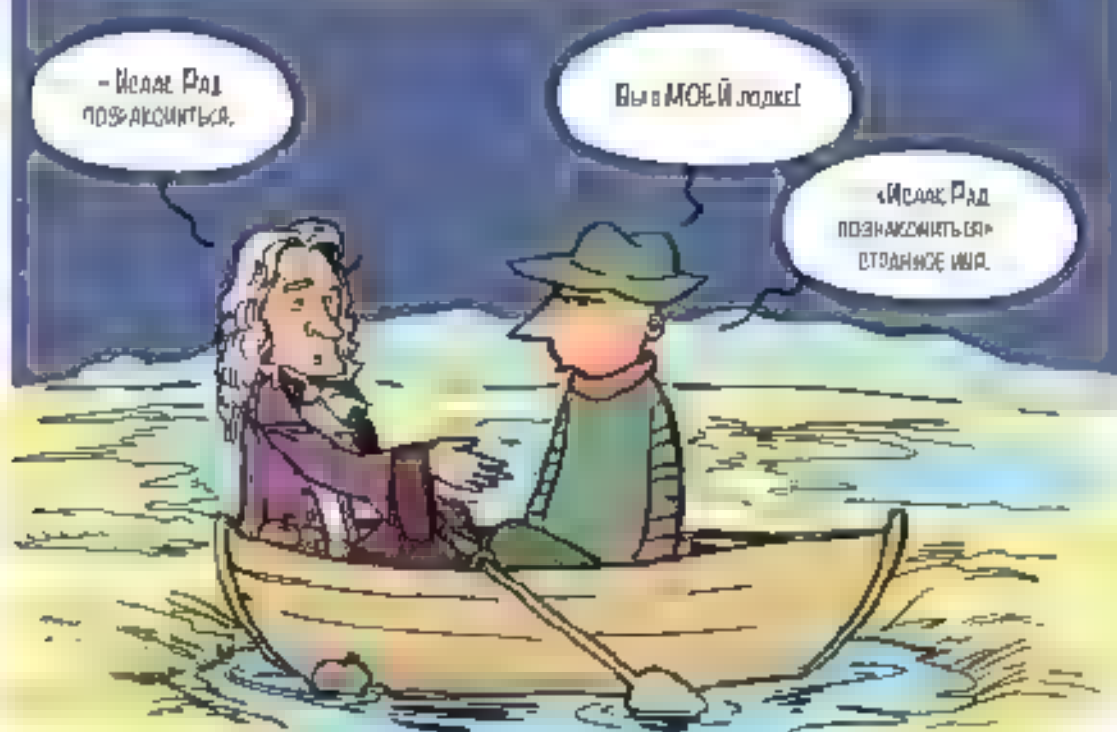


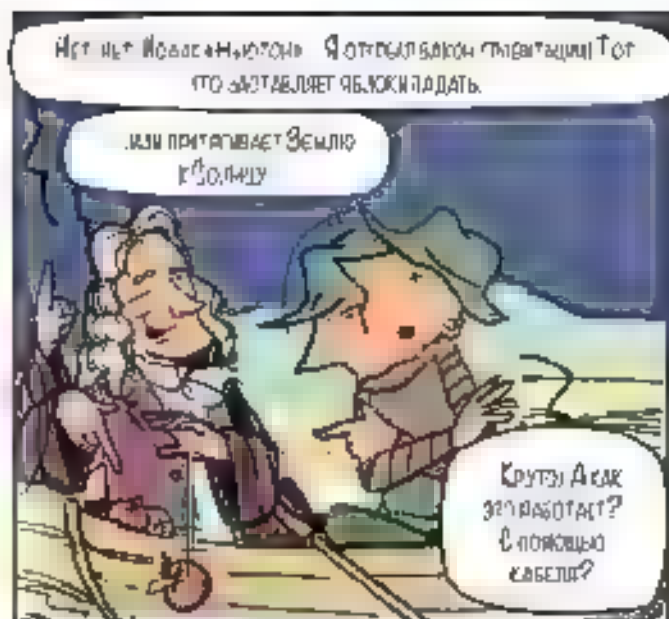






В 1692 году английский физик Исаак Ньютон, отец классической физики, определял принципы гравитации. В двух словах: все тела притягиваются друг к другу пропорционально своей массе и квадрату расстояния.







Как гравитация могла действовать мгновенно в пространстве, будучи быстрее света? Этот вопрос преследовал Эйнштейна. В 1915 году, после войны лет терпеливых исследований, он публикует свою теорию общей теории относительности, которая была открыта благодаря математическим расчетам настолько же, насколько блестящей интуиции. Если бы Эйнштейн не обнаружил ее, мы, вероятно, все еще ждали бы ее сегодня.

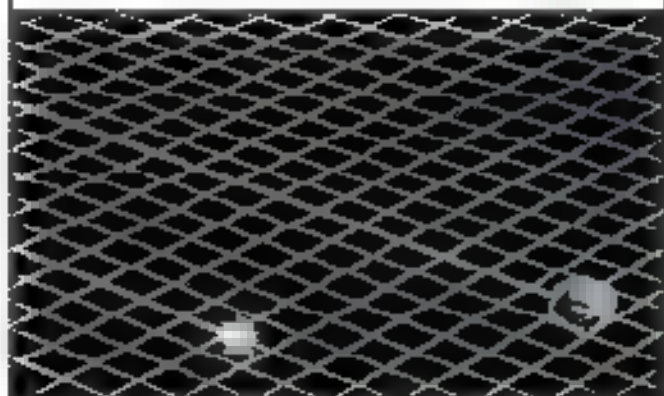


По сути, физик утверждает, что гравитация - это искривление пустоты пространства.

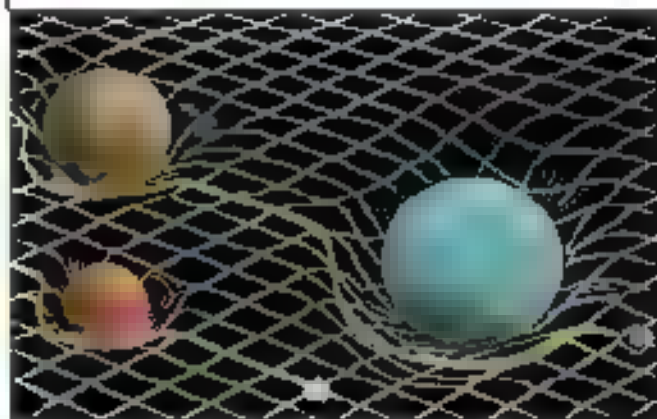
Чтобы понять суть общей теории относительности, давайте визуализируем пространство-время - пустое - перекрашиваем только пучком света и антерондом.



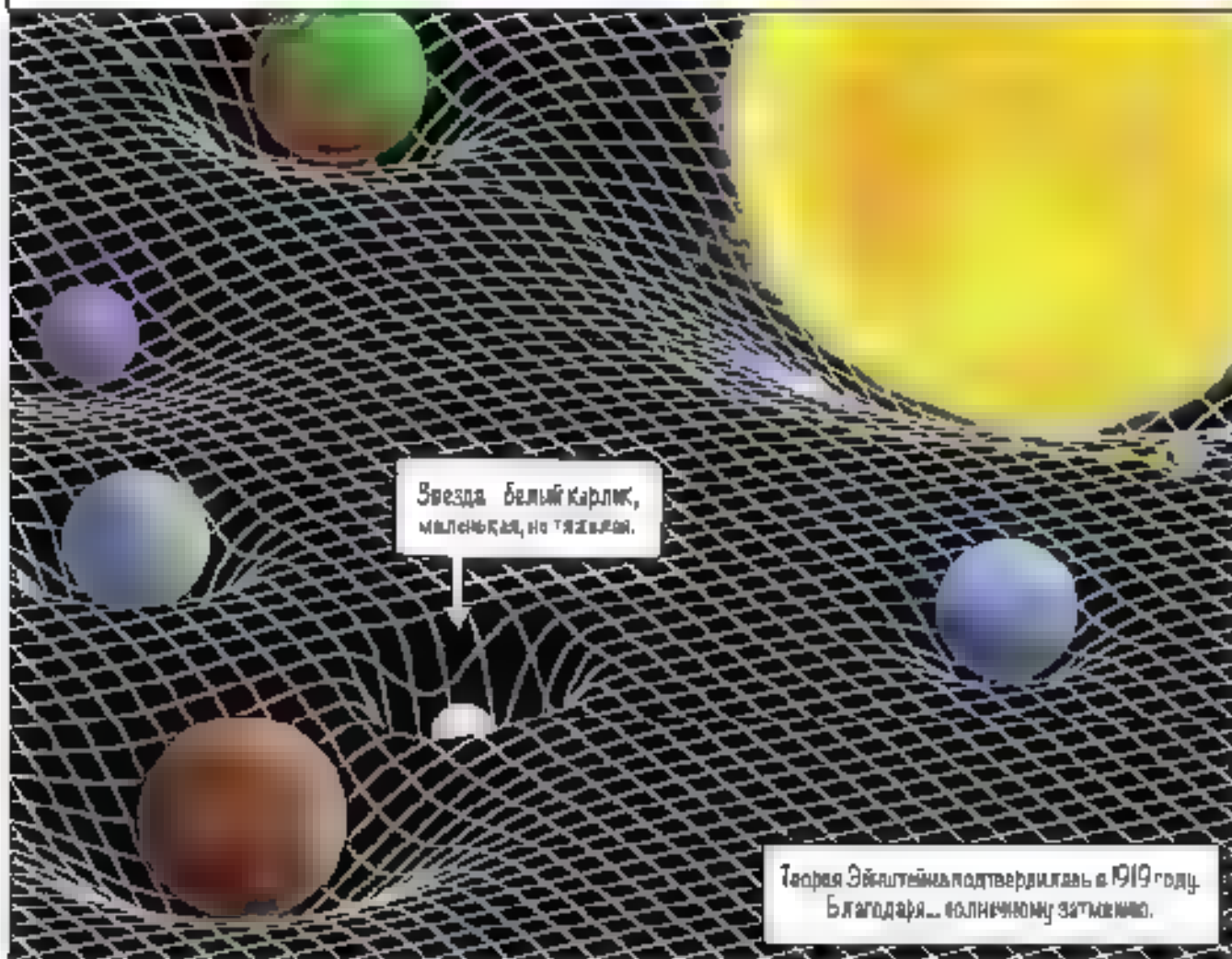
Теперь предположим, что эта крошечная пуповина на самом деле представляет собой плоскую поверхность, похожую на стол, по которому объекты будто бы катятся по прямым траекториям. Теперь все меняется, если мы добавляем различные виды объектов, гораздо более массивных.



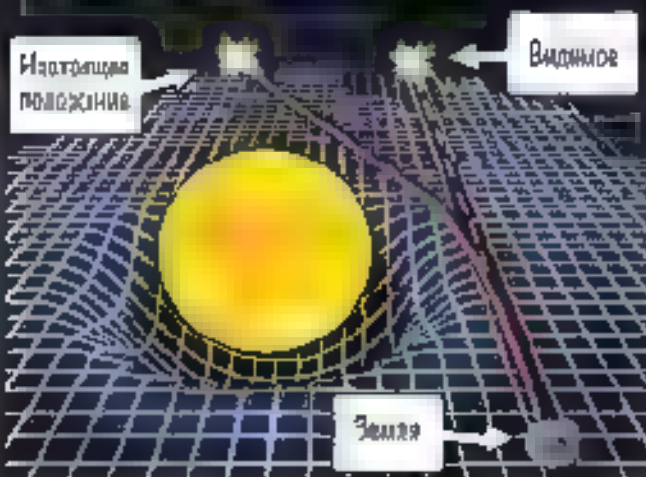
Сим создает что-то вроде углубления, как тяжелые шары, лежащие на мягкой поверхности. Масса этих небесных тел искривляет пространство-время, создавая гравитацию, которая отклоняет траектории объектов и даже лучи света.



Итак, Вселенная — это гигантское **предделенный матрац**, искаженный массой миллиардов небесных тел, которые его формируют. Гравитация не движется быстрее света в пустоте, потому что это пустота, которая интегрируется в ткань пространства-времени как светящийся и трехмерный полотно. Радиация и пространство — это одно и то же. Так что в некотором смысле гравитации не существует то, что притягивает планеты и звезды, — это искажение пространства-времени. Или может быть... гравитация существует, а пространства нет? Поговорим об этом позже.



Во время съемки в 1919 году удалось измерить несоответствие между реальным положением звезды на небе и видимым, которое было вызвано гравитацией Солнца.



По сути, работает, для каждой массы, даже что-то небольшое, как человек, — немного искривляет пространство.



Ух, эти вещи не водюжат. Кажется, я прибавила в весе.

Да ладно, мам! Нет ничего плохого в том, чтобы влиять на искривление времени-пространства.

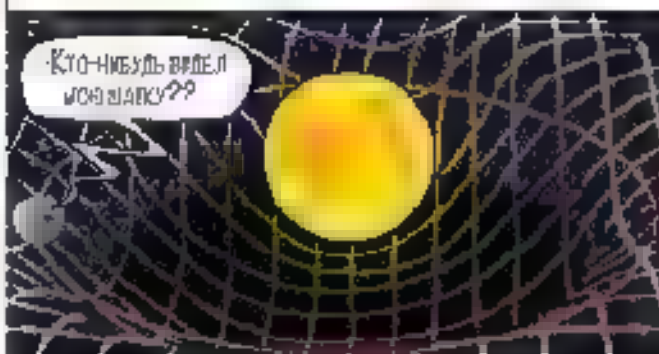


Чувствую себя будущей физикой, мне кажется.



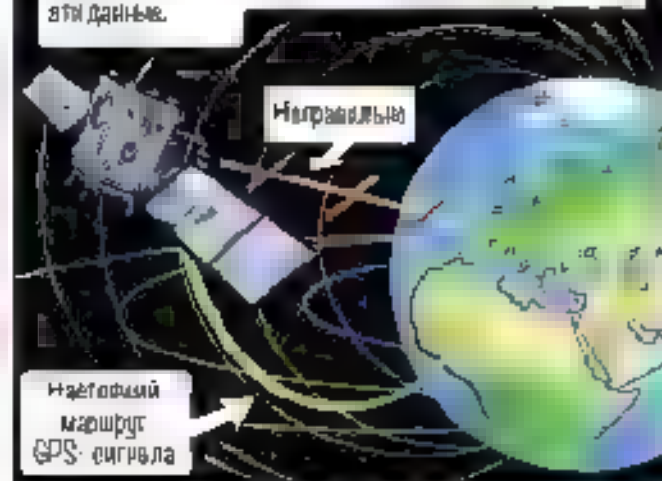
Солнце удерживает Землю на орбите благодаря своему гравитационному искривлению. Центробежная скорость нашей планеты компенсирует эту силу притяжения.

Кто-нибудь видел мою планету??



Ничего похожего на стеклянный шарик, вращающийся в бесконечном движении по кругу чаши.

Искривление пространства также искажает электромагнитные сигналы, особенно сигналы от спутников GPS. Их электронное оборудование учитывает эти данные.



Без этого расчета кривизны наши автомобильные навигаторы на Земле приводили бы нас куда угодно, только не в нужное место.

Папа
Механизм сус и багаж
опыдей?



Иногда навигаторы вводят нас в заблуждение. Не только тогда, когда ругаются с нами.

15 километров прямо.

Мы должны
были бы ехать на
правой дороге!



- Да вышло. На всей
планете тут никто и не
ходил.



Гравитация искривляет пространство... и время. Помните, что пространство и время тесно связаны. Чем сильнее гравитация, тем медленнее идет время. Значит, из-за высоты в горах гравитация становится слабее. Поэтому время в горах должно течь быстрее, чем на уровне моря. Именно так и происходит.

На первом левом
повороте поверните
направо.

- Что это значит?



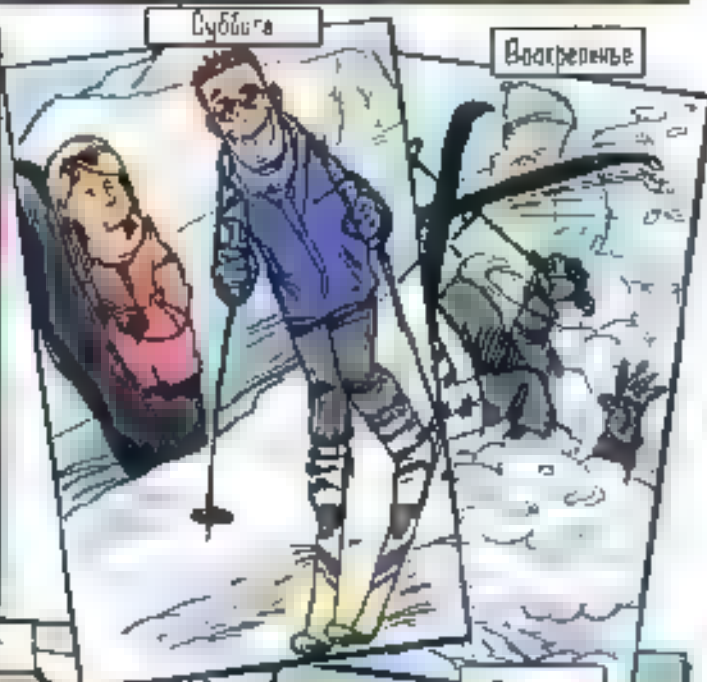
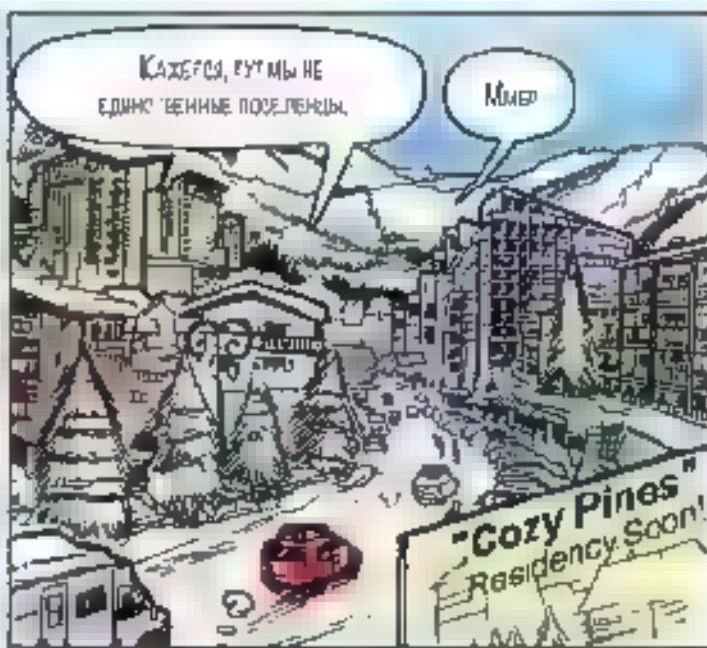
Например, в Боулдере, штат Колорадо, был проведен эксперимент на высоте 5300 футов над уровнем моря. Часы здесь идут быстрее на пять микросекунд в год. Обратите внимание, что на высоте мышей и весов не было.

Здесь время идет
медленнее...

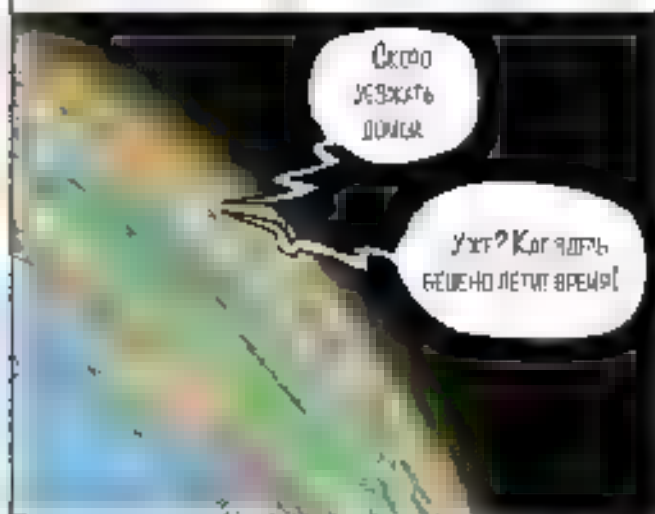
Сделайте разворот
как можно быстрее

Чем здесь
изведку.





Чем меньше небесное тело, тем больше оно искривляет пространство-время. Хотя Земля довольно массивная...



А Солнце — корзик в окружении со звездами, которые могут быть в его разбеге миллионов...

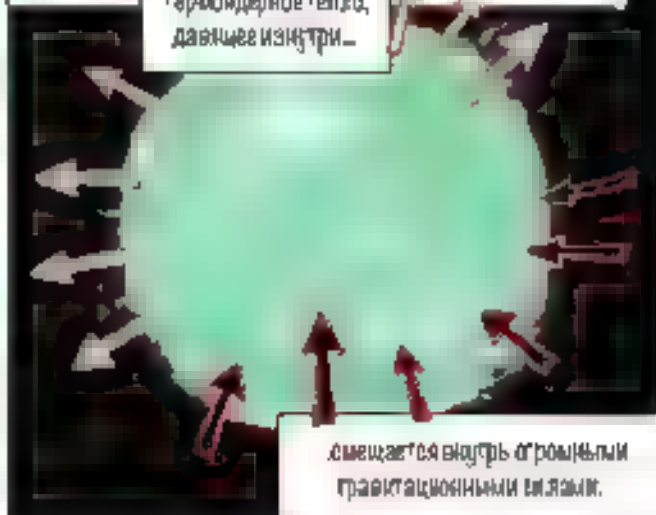


Но когда в звезде заканчивается топливо, балла начинает сжиматься. Звезда начинает сжиматься под весом собственной гравитации.



Любая звезда находится в состоянии гидростатического равновесия.

Термоядерное тепло, давящее изнутри...



Обрушиваясь сама на себя, звезда уплотняется и все больше изгибается в пространстве-времени, образуя шар, отталкивающий все более массивными и медленно погружающийся в продолжительный мрак Вселенной.



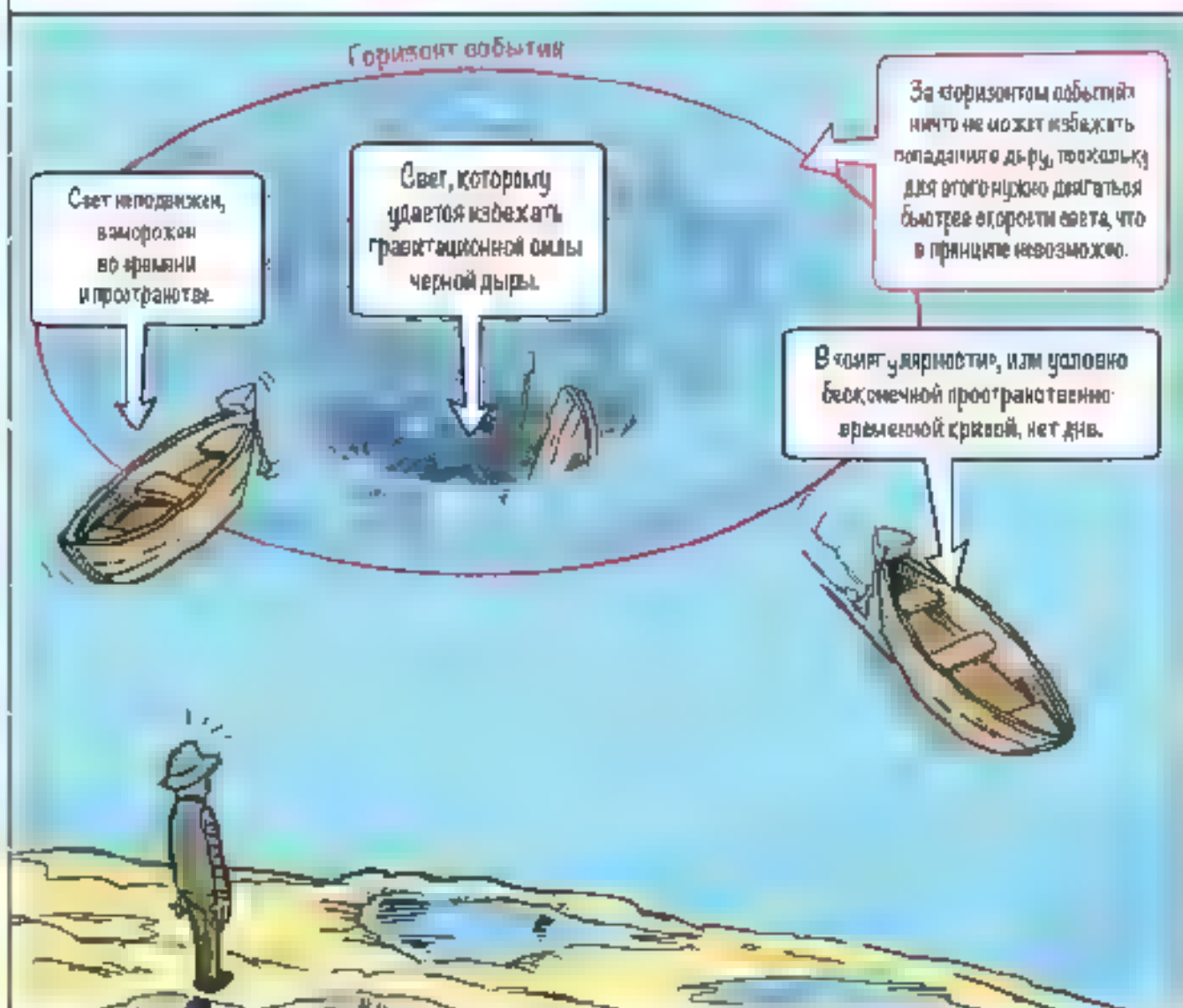
Она может стать сверхплотной звездой, как белый карлик или нейтронная звезда.

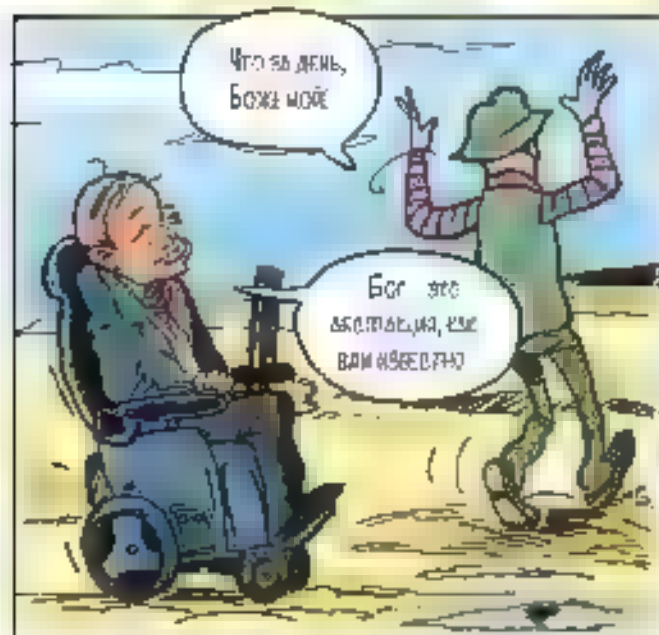


Самые маленькие из них прорываются в черные дыры. В соответствии с принятой в настоящее время теорией это породило бы бесконечный колодец.



Предположим, что наша черная дыра выглядит как водоворот на водной глади. Подойдя, представим, что собой луня света. Ни один внешний наблюдатель не может видеть, что происходит за крайний явнец, горизонтом событий.







МИР, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ПУСТОТЫ

«В следующий раз, когда подумаете о том, сколько вы весите, помните, что большая часть вашего веса обусловлена весом пустого пространства»

Леонард Млодинов, физик



Если бы нужно было описать мир одним предложением, это было бы: «Все состоит из атомов», абылточка все. Атомы — это основаннейший результат.



Сказать, что атомов много, — упрощенно. Человеческое тело состоит из миллиардов и миллиардов атомов. Это десять и двадцать семь нулей. Мы просто большая куча атомов!

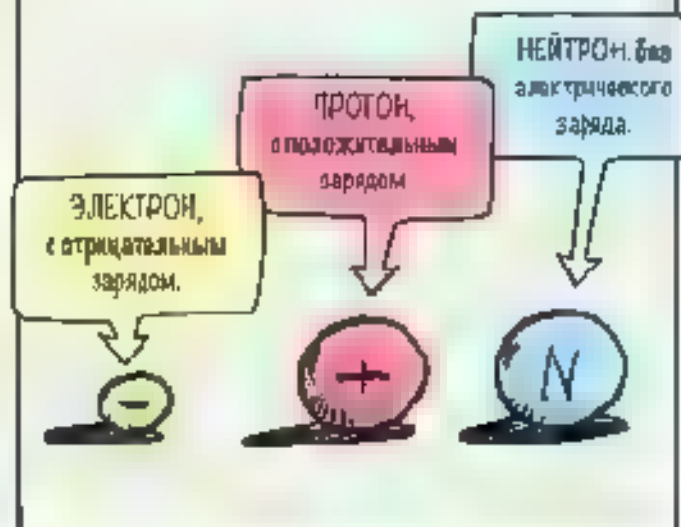


В этом мгновении два миллиарда атомов.



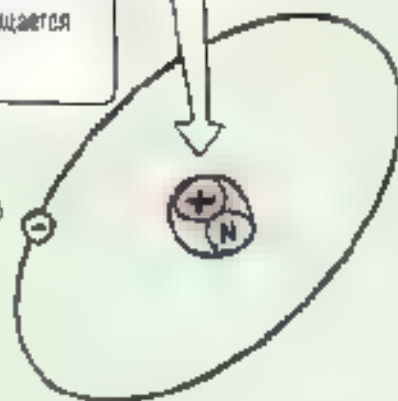
Миллион атомов может впритык уместиться на кончике волоса.

Итак, что из себя представляет атом? Три частицы.



Протоны и нейтроны вместе образуют ядро атома.

а электрон вращается вокруг него



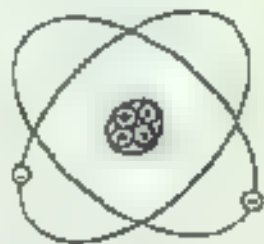
* Так это видит художник

В своем основном состоянии атом состоит из равного количества протонов и электронов. Количество протонов уникально, именно оно идентифицирует атом. Это довольно просто.



... атом с одним протоном - это атом водорода.

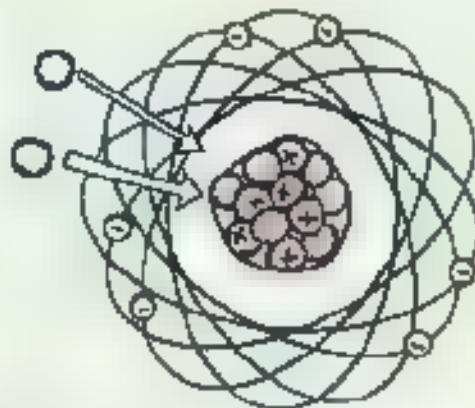
Если у него два протона - это гелий.



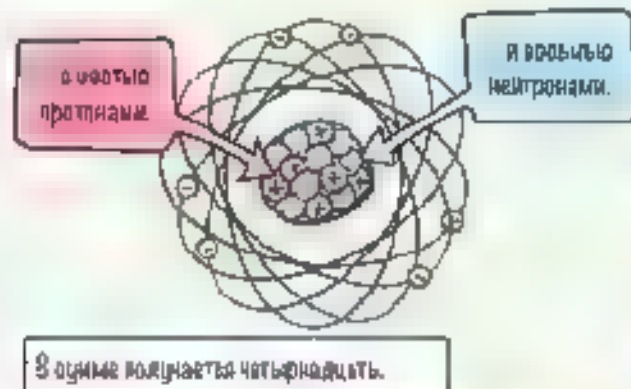
Если из трех - это литий и так далее до девяноста девяти - все это природные элементы, из которых состоит вся материя во Вселенной.



Нейтроны не влияют на определение элемента атома. Но они влияют на массу. Добавьте один или два нейтрона, и вы получите изотоп.

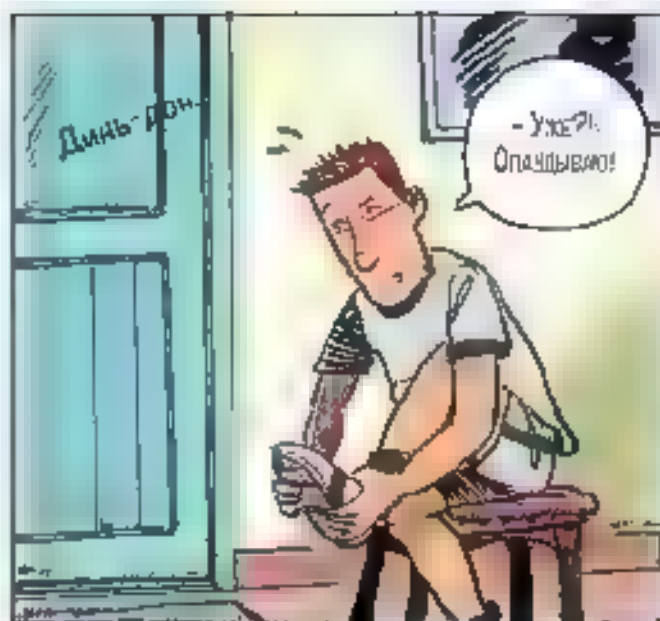


Изотоп — это вариант того же элемента, который имеет другую массу. Например, углерод-14 является изотопом углерода...



Один из величайших талантов атомов — это группироваться в молекулы. Если бы атомы были буквами, молекулы были бы словами. Например, для молекулы целлюлозы — основного компонента книги, которую вы держите, вам нужно 6 атомов углерода, 10 атомов водорода и 5 атомов кислорода. Получается формула $C_6H_{10}O_5$.





Атом водорода H5312799028754086 который по понятным причинам мы назовем H53 начал свою жизнь более 13 млрд лет назад. Вот несколько эпизодов из его бесконечного существования.

13,8963 млрд лет назад.

Как ошеломяющая коробка конфетти, Большой взрыв выводит в галей и много водорода, два самых легких химических элемента. Среди этого множества был H53, уже сформировавшийся. Сегодня 9 атомов из 10 во вселенной все еще состоят из водорода, все остальное — Большой взрыв — это.

H53 вот тут!

11,3 млрд лет назад.

Благодаря гравитации и большому количеству атомов H53 формирует протозвезду — гигантскую фабрику, производящую новые, более тяжелые элементы посредством синтеза, в том числе углерод, кислород, азот и железо. Это звездный нуклеосинтез.

7,5 млрд лет назад.

Комета врывается в планету в галактике Андромеды. 8000 лет спустя H53 останавливается частью ядовитого бозока, который живет в ледяной долине.

8 млрд лет назад.

Протозвезда коллапсирует. Новый атом водорода H53 продолжает свое путешествие в ледяном источнике и превращается в комету.



150 000 лет спустя H53 живет в ящике одного из бесчисленных «флитулов» (рольфов), теперь населяющих великую равнину, которая стала теплой и плодородной растительности.



Проходит миллиарды лет, пока взрыв близкой звезды не уничтожит планету рольфов.

Атом H53 отправлен очень-очень далеко.

1,5 млрд лет назад.

После 5 млрд лет скитания в облаке рассеянного вещества H53 приближается к галактике Млочный Путь и достигает Солнечной системы.

H53



1 млрд лет назад.

Нам атом водорода приземляется на Землю в докембрийскую эру. Он интгрируется в протозоя - в одно из самых ранних многоклеточных существ, которые вырастают в опромятолите, известняковой меловой структуре.



Через еще несколько миллионов лет H53 становится частью магматического ядра первой Земли, Пангии.

Жидкое ядро из магмы.

25 марта 1474 г.

H53 проглотила курочку Герта.



9 апреля 1474 г.

Герта съедена Людовиком XI, королем Франции, прозванным «Благоразумным».



79 г. н.э.

Атом H53 извергается вулканом Везувием в Помпеях.



Кстати: даже, тем широкий воротник дино-близы, только всдвояка под шиферным воротником дино-близы.

2 августа 1968 г.

Пять столетий спустя Джон Леннон вдыхает H53 во время съемки «White Album» The Beatles.



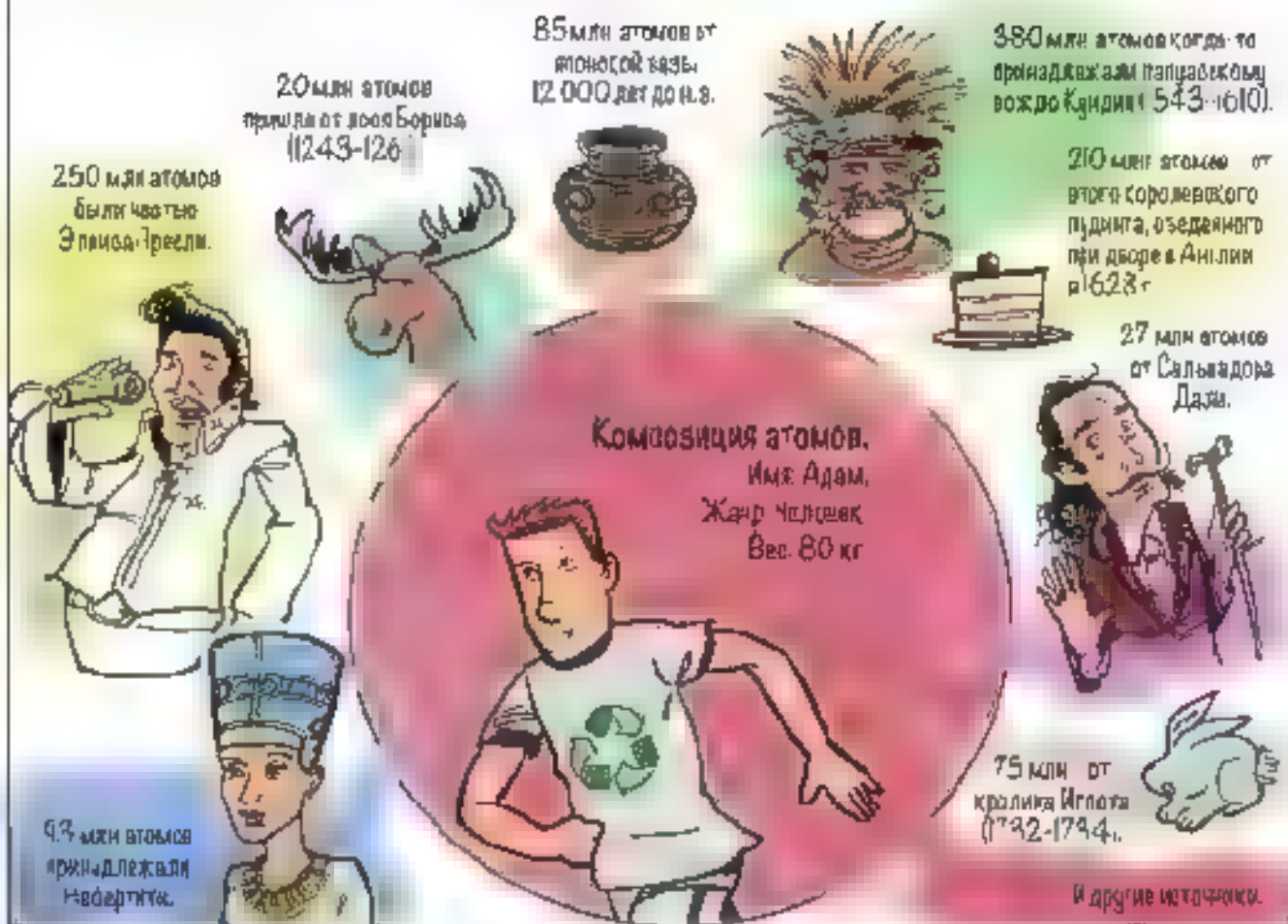
Несколько десятилетий спустя в ширке Максимбе клоун Пиф подхватил простуду. Адам со своей 8-летней дочерью Любо проходит мимо и вдыхает H53.



Так H53 в процессе регенерации клеток пополнила в весовую Дадю.



Всего четыре элемента — водород, углерод, азот и кислород, собранный и постоянно перерабатываемых различными способами, составляют почти каждый кусочек «живого» вещества. Наше тело — это доскутое одеяло, созданное из бесконечной повторной сборки одежек в тех же миллиардах атомов, сыгравших в кино. Вы, императрица сынов атома, которые когда-то принадлежали известным людям, кроликам, глиняной посуде или фруктовым пексам.



И тогда мы почитаем, и наши атомы станут
чем-то еще.

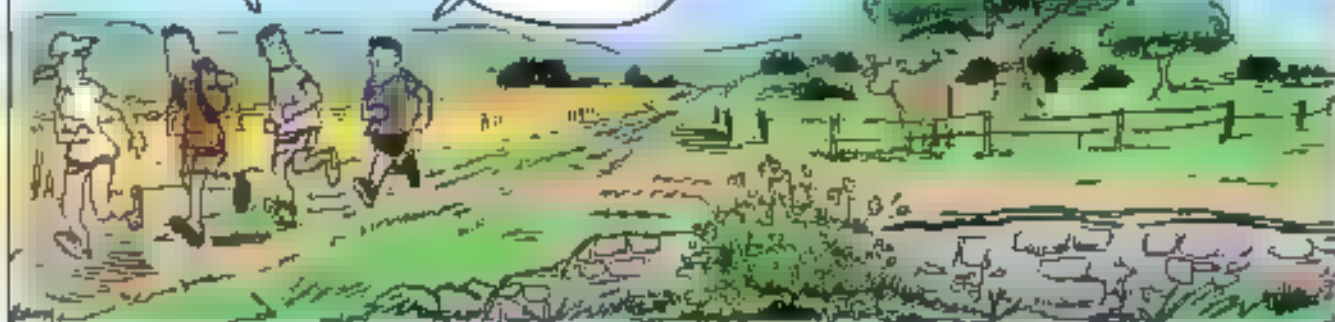


Часто попочки, грелки, травянки, лампура или
брюхоногого моллюска.



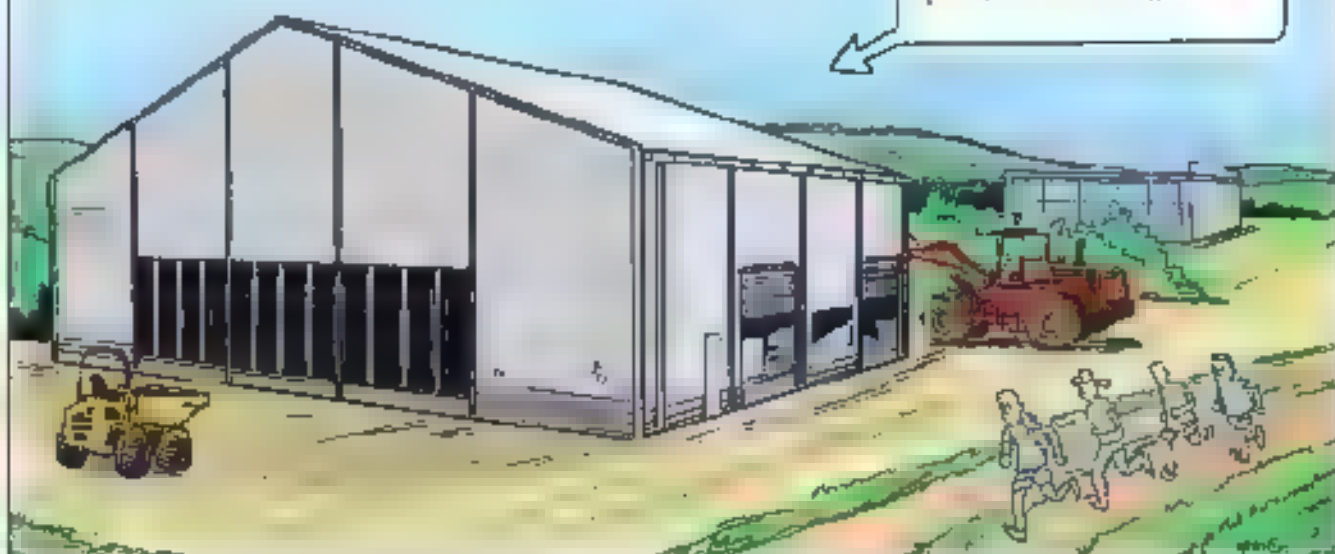
5543 шага? Ничего себе.
Как раз хотел спросить тебя
об этом.

Слышу ноты
сарказма в твоём
голосе.

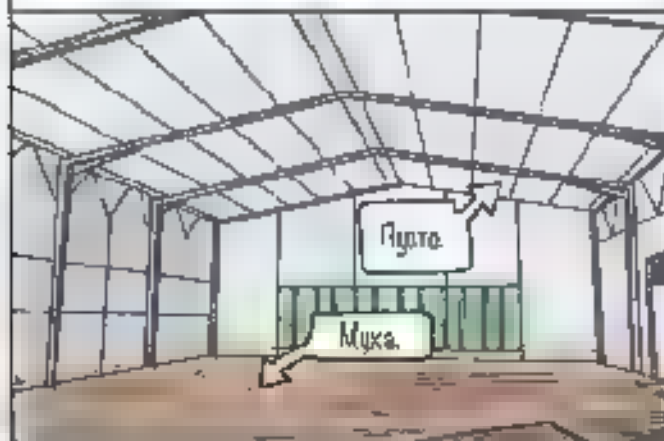


Атом обладает еще одним загадочным свойством: он пустой.
Ну, практически.

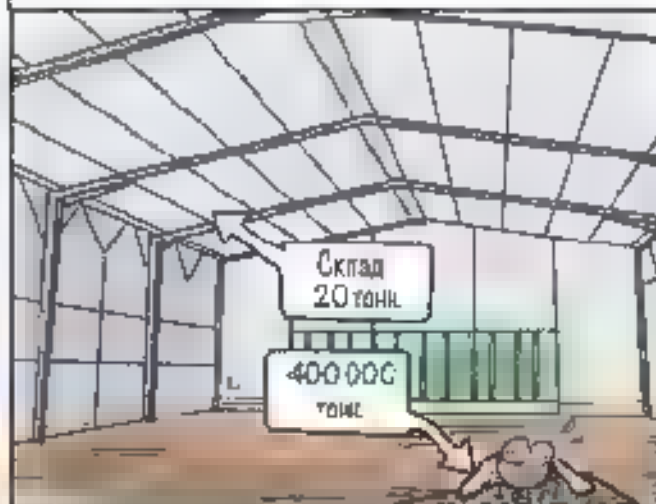
Представь, что атом имеет
размер вот этого оклада.



Ядро этого атома-склада было бы размером с... муху!
А что касается остального объема? Пусто. Атом
пропорционально более пустой, чем Солнечная система
или космос.



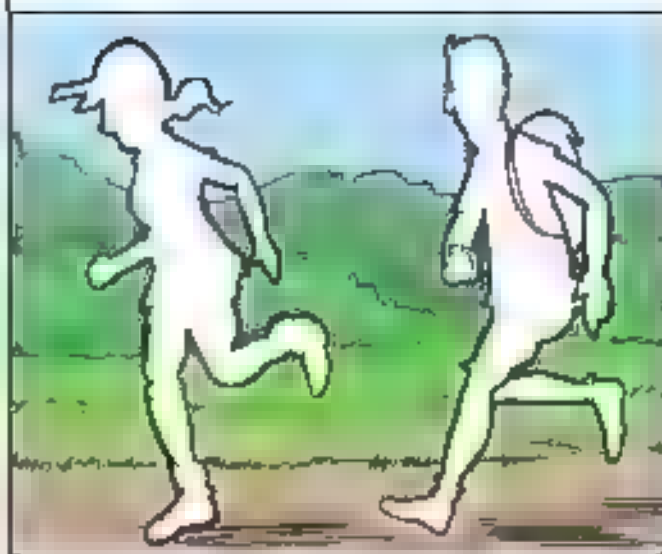
Но эта ядерная муха также была бы в тысячу раз тяжелее
самого склада.



Короче говоря, если эта рамка представляла бы собой
атом, то его материя была бы сконцентрирована в этом
одном маленьком твердом ядре. Остальное — пустота.



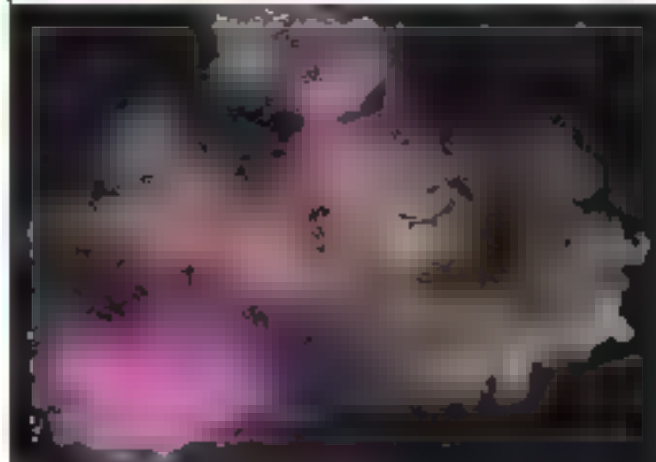
То есть мы тоже на 99,99% состоим из пустоты.



Чувство твердости, которое мы ощущаем, является полвой
иллюзией. Например, топнеше кроссовком по земле



Ноги земля могут проходить сквозь друг друга, оттаиваясь
назад, как две звездные пылающие туманности,
пересекающиеся друг друга в глубинах Космоса!



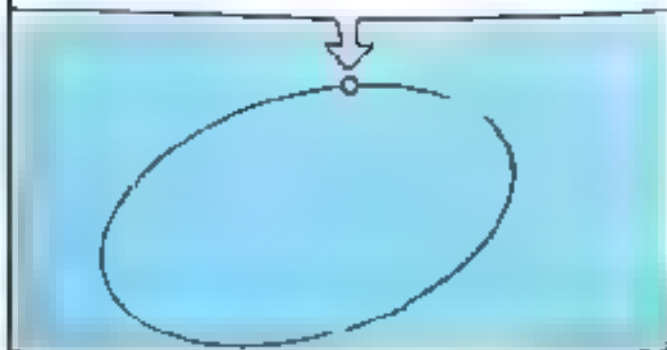
Или как редкие кружочки конфетти, брошенные друг в друга в игре на празднике.



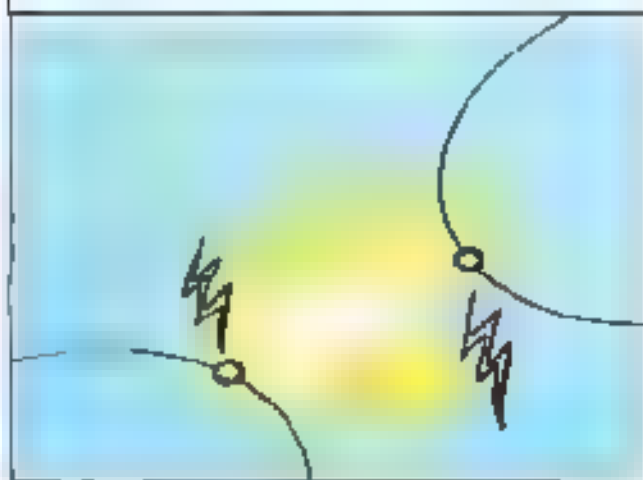
Где-то там, мы можем найти оккупацию целых объектов, например стады.



Почему это не так? Поскольку оставшаяся часть атома, кроме ядра, не совсем пустая: помните об электронах, этих крошечных вращающихся частицах с неопределенной массой. Они также имеют отрицательный заряд.



Как два магнита, подвешенных друг к другу, два электрона, находящиеся рядом с атомами, отталкиваются друг друга.



Таким образом, чувство целостности связано исключительно с электромагнитным отталкиванием электронов. Мы никогда ничего не трогаем: вместо этого мы плывем, мы парим, мы левитируем.

Отступая на сантиметр даже не ударяется о землю. Она отвечает в состоянии электромагнитной подвешенности в нескольких тысячах миллиметров над ней.



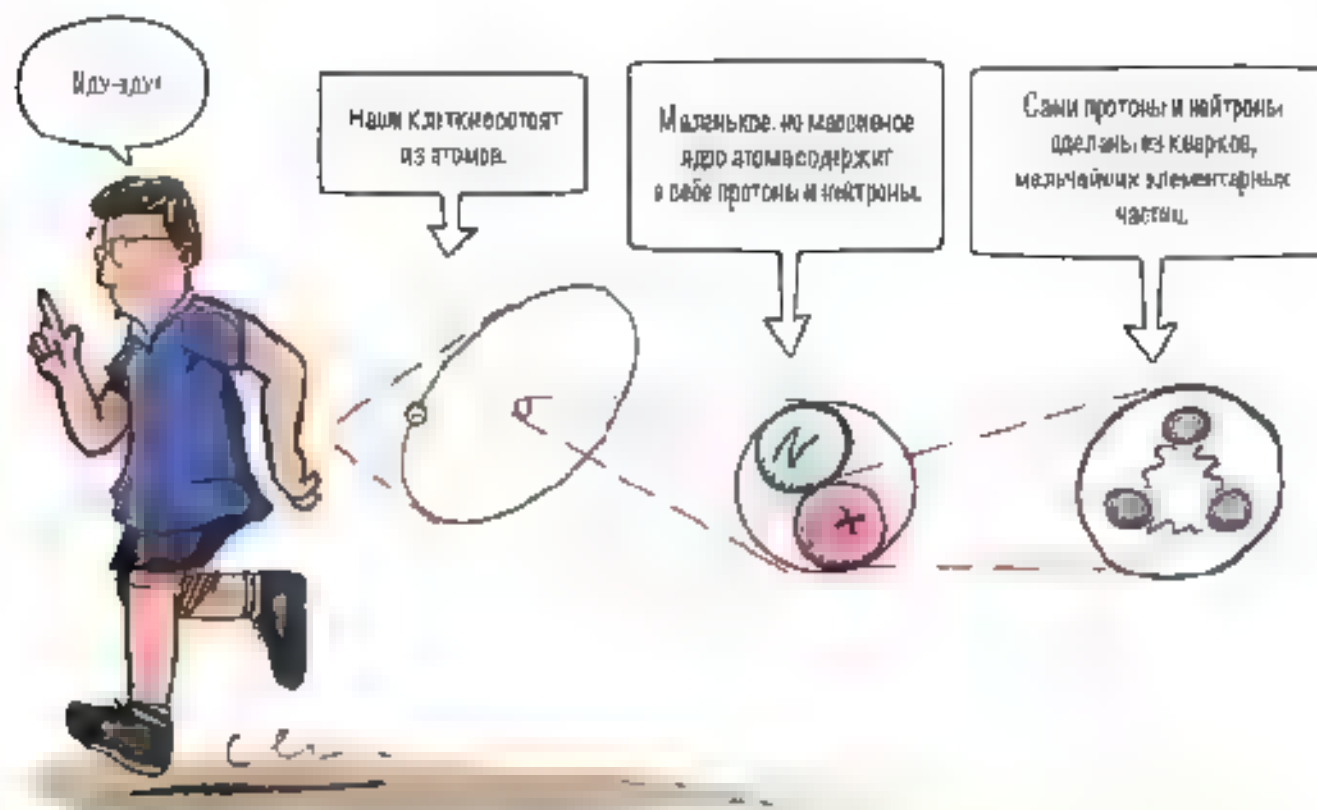
Горь, дурацкий камешек.



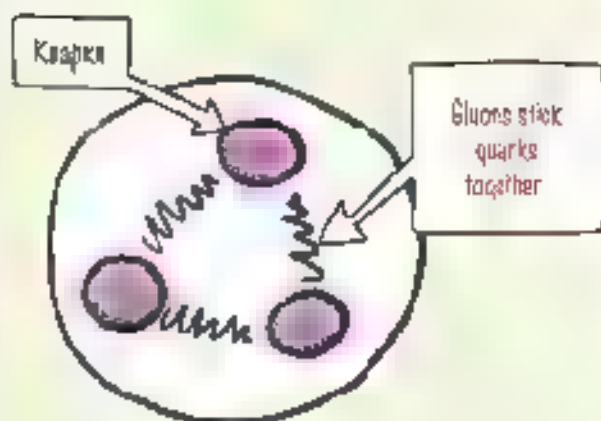
Когда мы сидим, мы на сантиметр даже левитируем над поверхностью сиденья или пола.



Но это еще не все... Мы увидели, что ядро состоит из протонов и нейтронов. Но из чего сделаны эти протоны и нейтроны? Из еще более мелких частиц - кварков. Итак, подведем итоги.



Кварки связаны глюонами. Glue - по-английски «клей» - глюоны для кварков - тоже, что цемент для кирпичей, они склеивают!



Зная, что глюоны и кварки имеют нулевую массу или массу, близкую к нулю, возникает вопрос: откуда всякая масса ядра?

Масса возникает из пустоты между этими кварками. Да, вы правильно прочитали из пустоты. Частицы появляются и исчезают из пустоты с безумной скоростью каждые 10-21 секунд. Поля, созданные этими виртуальными частицами, вносят вклад в наибольшую часть энергии протона и, следовательно, в его массу, потому что энергия = масса (см. главу 3).

Виртуальные частицы, возникающие из пустоты.



Эти вакуумные флуктуации являются источником неизбываемых частиц, турбулентного потока!.., возникающего из небытия, а затем быстро исчезающего обратно в него» как писал физик Леонард Мюликов. Поскольку мы тоже состоим из протонов и нейтронов, наша масса также происходит из этого небытия.

Эта гравитационная энергия не может быть потеряна, волею Звезд, галактик, планет. Возможно, наша планета была создана из этого небытия хаотических колебаний. Мы поговорим об этом подробнее в следующих главах.

Ребята
подождают!
Надо подождать
пупать

Давайте веревочку на Землю и веревочник...



Мы состоим.



на 99,99 % из пустоты.



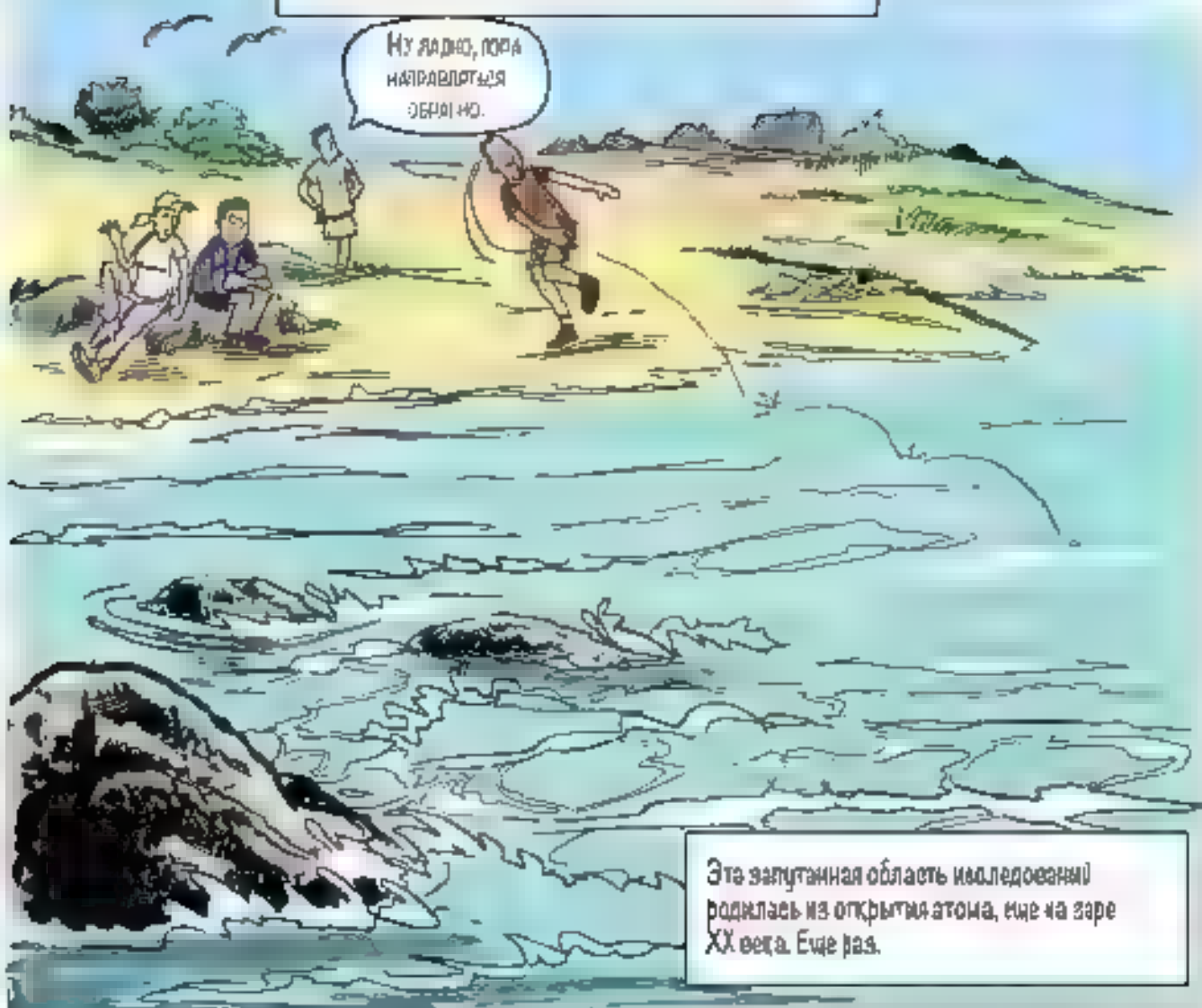
Доставшаяся 0,01 % — это ядро, доставляющее большую часть нашей массы, также возникает из пустоты.



Бесконечно маленький мир полон таинственных загадок: мы едва подняли крошечный угол завесы.

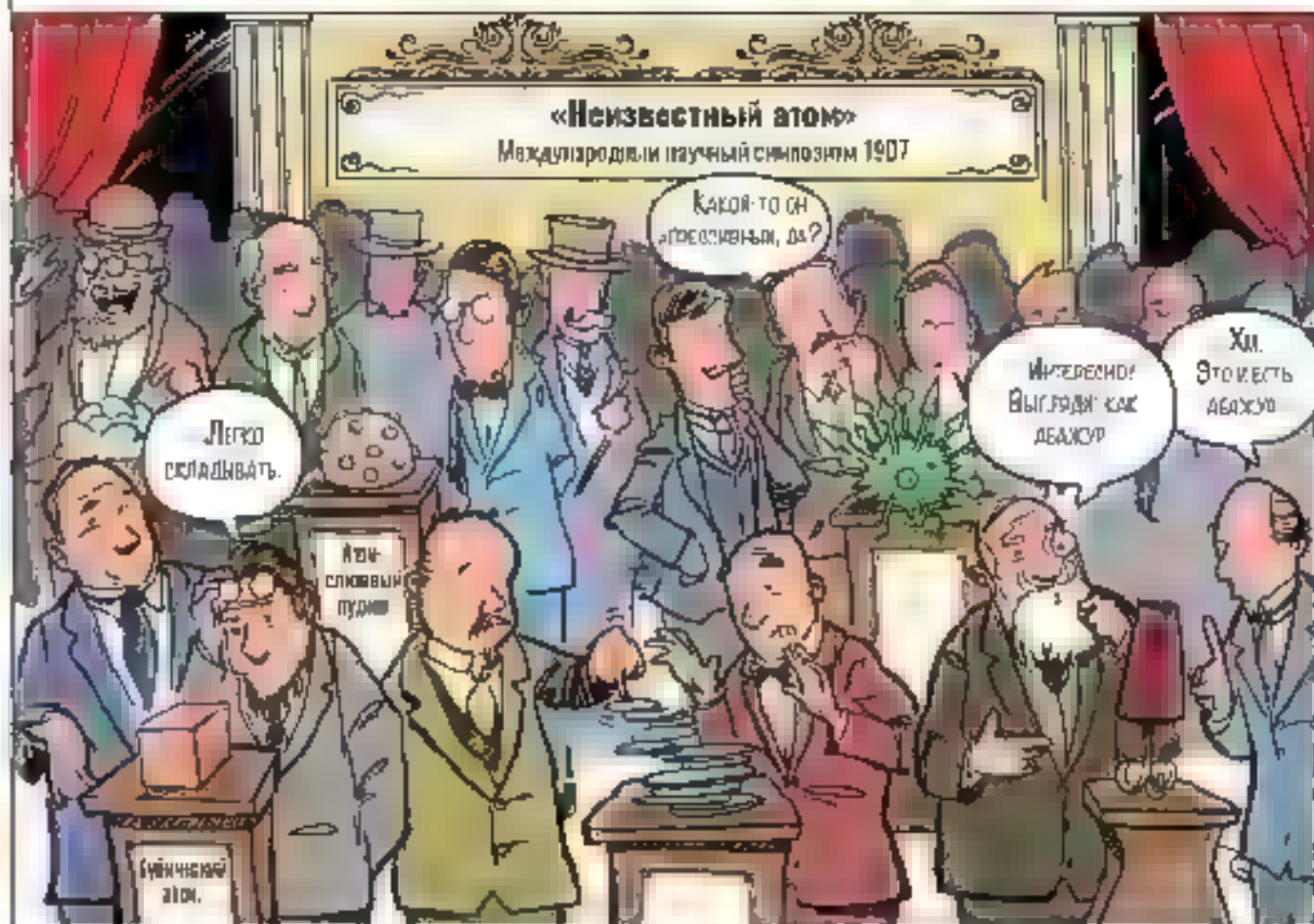


Это огромный мир, состоящий из волн, безжизненных волн, невозможных прыжков, запутанности и действительности.



Эта запутанная область исследований родилась из открытия атома, еще на заре XX века. Еще раз.

В начале XX века мы сначала должны были выяснить, действительно ли атом существует и если да, то как, черт возьми, эта штука может выглядеть. Сегодня мы все еще не можем увидеть атом, потому что он слишком маленький. Ученым в то время приходилось еще больше полагаться на свое воображение и предлагать различные модели, в том числе «кубический атом». Конференция о природе атома могла бы выглядеть так...



В то время одной популярной моделью атома была «сливовый пудинг», потому что она выглядела логично: масса с разлетающимися в ней электронами.



Но в 1909 году физик Э. Резерфорд доказал, что большинство массы на самом деле находится в очень маленьком ядре (как мы уже знаем).



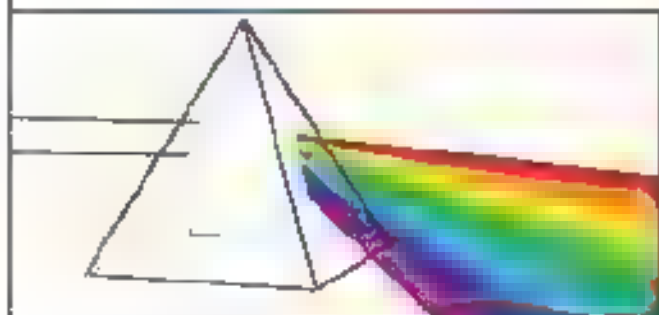
Это было рождение так называемой планетарной теории, где электроны вращались вокруг ядра



Но эта модель нарушает законы электромагнетизма. Находясь на орбите, электрон излучает свет. Поэтому он должен медленно терять энергию и врезаться в ядро.



Еще одна проблема - это излучение. Каждый цвет видимого светового спектра излучает волны различной длины: например, красная волна длиннее, чем голубая



Мы можем разделить спектр видимого света, например, с помощью призмы.

Атомы также испускают видимое световое излучение. Поэтому спектр атома, например водорода, тоже должен показывать цвет радуги.



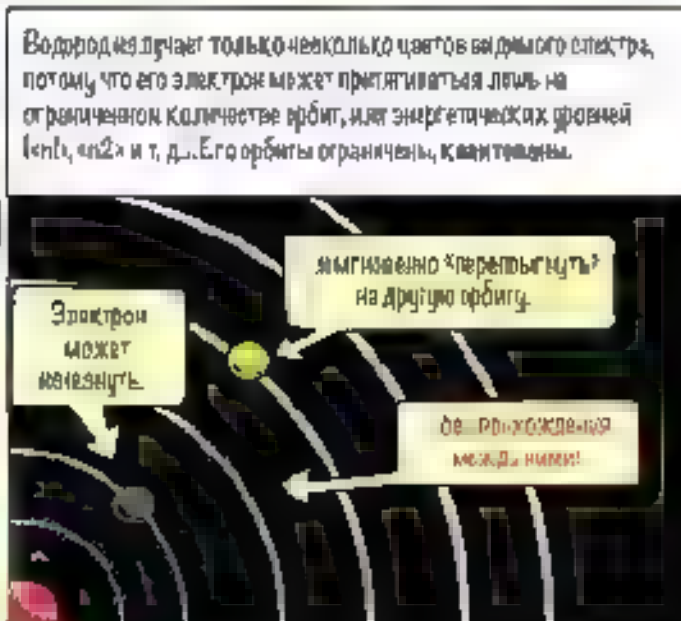
Но не в этом случае. Спектр показывает только конкретные полосы: водород излучает лишь волны одной определенной длины



Поведение водорода здесь действительно абсурдно. Представьте, что нао атом это бегун.



GPS-навигатор будет видеть этого бегуна в некоторых конкретных местах, но нигде больше! Он мгновенно переходит из одного места в другое, не перемещая промежуточного пространства. Как по волшебству.



Переходя на орбиту ниже, электрон испускает электромагнитную энергию в виде легкого фотона. Например...



В то время когда электрон поднимается, он поглощает фотон с идентичным количеством энергии.



Таким образом, электрон переходит в одного уровня на другой, теряя или набирая энергию в эквивалентных количествах в виде легких фотонов.

Видимый спектр водорода отображает только четыре цвета радуги, потому что электрон прыгает с одной квантованной орбиты на другую, но пропускает пространство между ними. Давайте проясним: этот квантовый скачок разрушает все общепринятые правила классической физики. Добро пожаловать в мир, полный странности. Добро пожаловать в квантовый мир!



Квантовая модель применима к каждому типу атома. У каждого из них свой полосатый спектр. Короче говоря, чем больше мы открываем, тем все меньше и меньше атом выглядит так, как мы думали...

Сегодня мы больше не уверены, что знаем, как выглядит атом. Это может быть своего рода электромагнитный буфон или что-то в этом роде.

Нильс Бор



открыл эту странную модель «квантового скачка»



Луи де Бройль



еще подчеркнул индуктивный аспект этих замкнутых атомов



- Что это за штука?

- Он выглядит как

- Это больше похоже на

Облако из мошек?

- Шамак-лама


Ал-Бюст

- Тучам из мелких частиц

Везде пылинки

Рой мошек на

Экспонат раба, и да данста?

Планетарная модель  неудовлетворительно представляет атом. Но, за отсутствием лучшей концепции, она является традиционной, и именно так большинство людей в наши дни представляют атом.

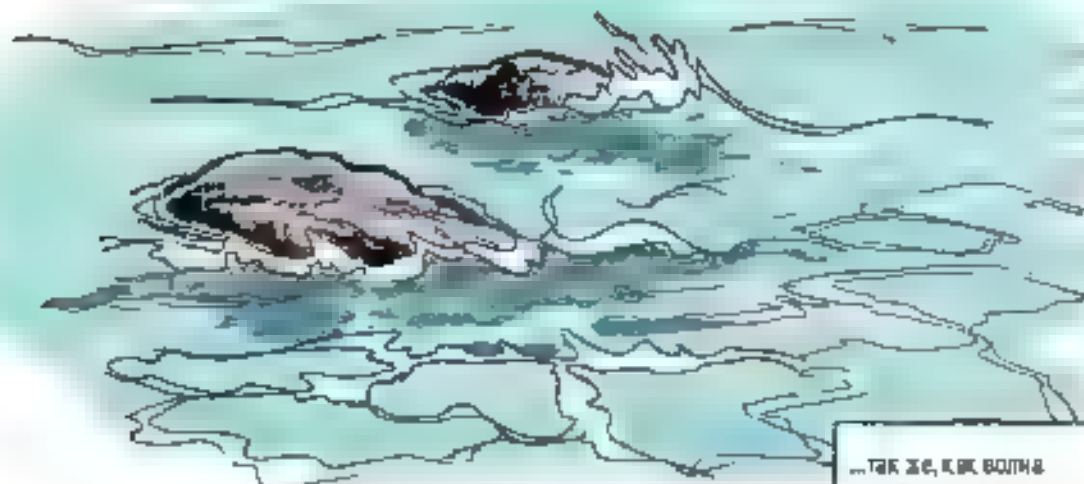
Какая-то неслыханная
дизбалансная вещь?

- Куча опилок

Пфф. Мне кажется,
это ничто что не похоже



Нужно сказать, что квантовая физика доказывает, что
даже природа атомного ядра миметична...



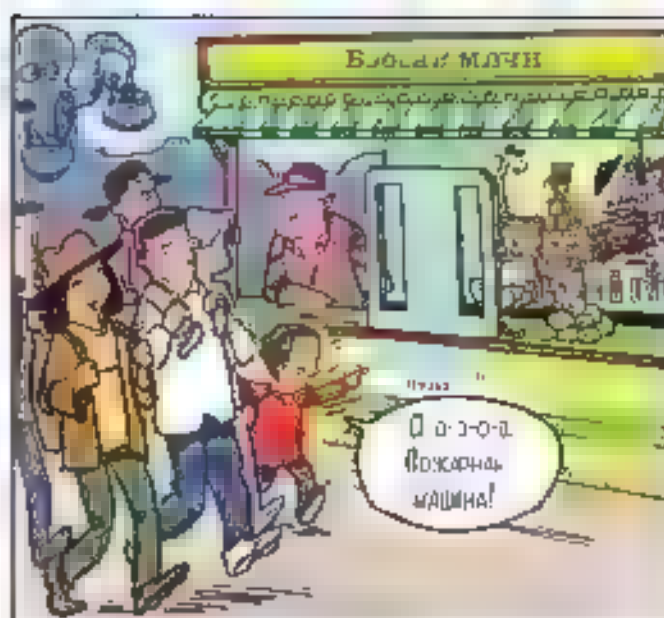
...так же, как волна
пробегает по камню.

АБСУРДНА ЛИ ПРИРОДА?

«И теперь кто-то говорит вам что камень похож
на океанскую волну .. Что?!!»

Леонард Сасскинд, один из создателей теории струн



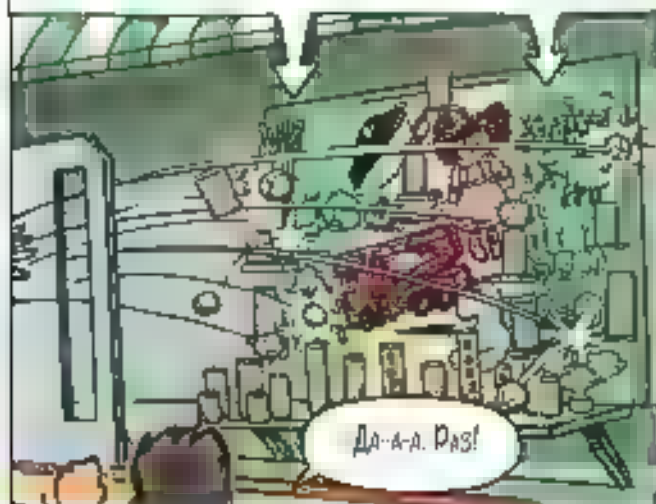


Приведем всепараметры: возьмем твердый мяч и двещеца, сквозь которые можно бросить этот мяч.

Точка, в которую можно поразить, вполне можно будет разламывать на одной прямой и левой целью или с правой целью.



Не важно, насколько аккуратно вы бросаете, вы попадете только в рыбки, так как они по шарику



Центра достичь невозможно.



Недостигимо.

Последним, кто свивал палки в середине зыли. Их ведь не было, так?

Не понимаю, о чем вы.



И наоборот, свойства волны противоположны свойствам твердого тела. Волна может раздвигаться, объединяться и деформироваться.

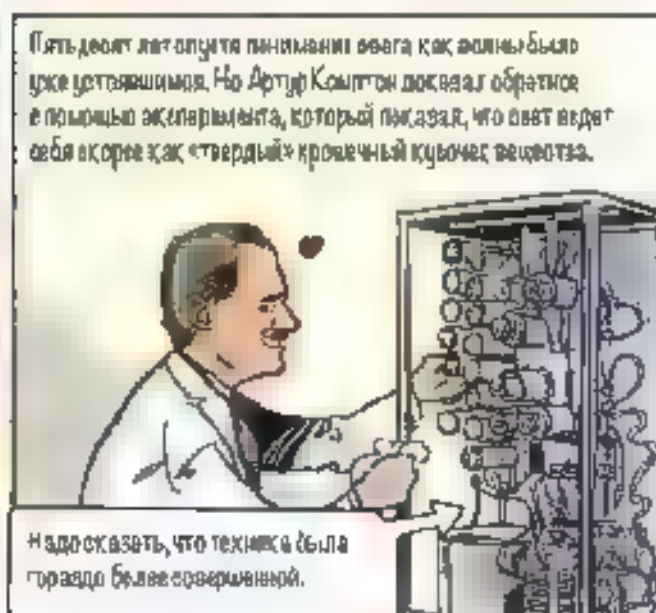
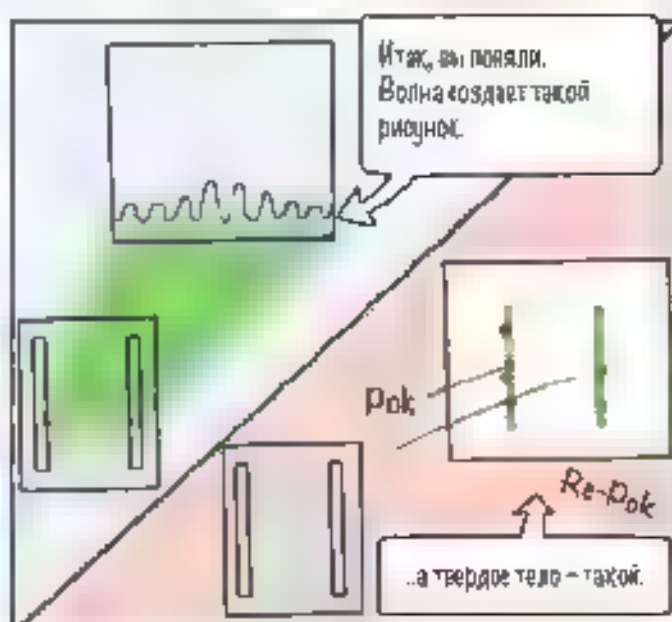


Повторим эксперимент с двумя щелями, но на этот раз представим водичку вместо. Благодаря дифракции жидкость, проходя через эти щели, образует концентрические круги, которые объединяются друг с другом снова и снова.

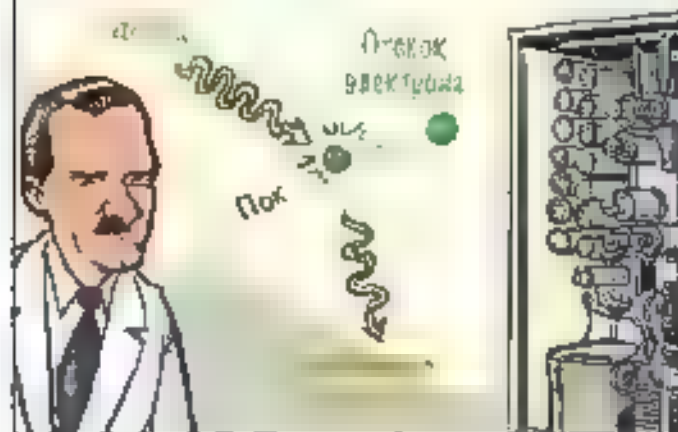


Проходя сквозь щели, вода дифрагирует

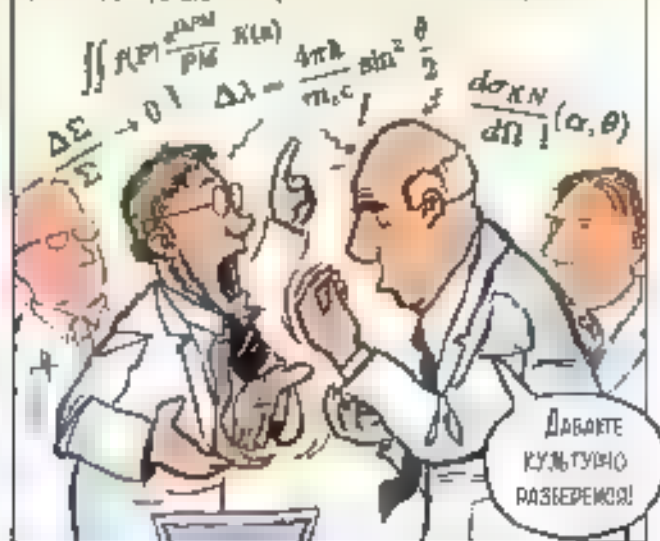
и затем объединяет свои волны разных маят



Эффект Комптона говорит, что фотон, ударив электрон, выпускает энергию. В этом столкновении фотон ведет себя как твердое тело. Эйнштейн предсказал существование квантов этих частиц света.



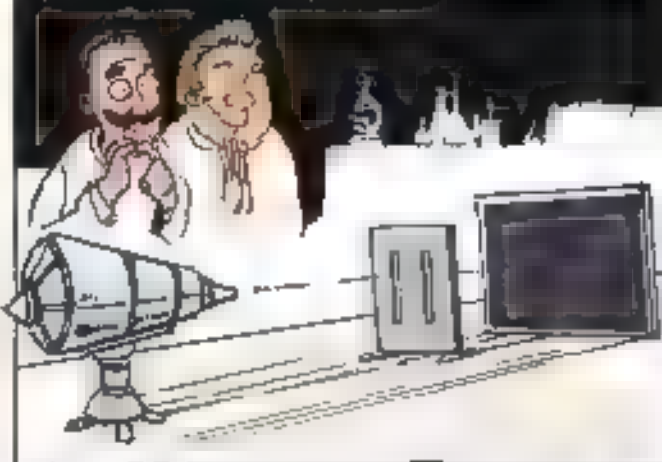
И все же свет — это частица или волна? Оптики противостоят друг другу, ученые разделились на два лагеря.



В последующие годы некоторые ученые повторили эксперимент с двумя щелями, но на этот раз отправляя только одну частицу за раз.



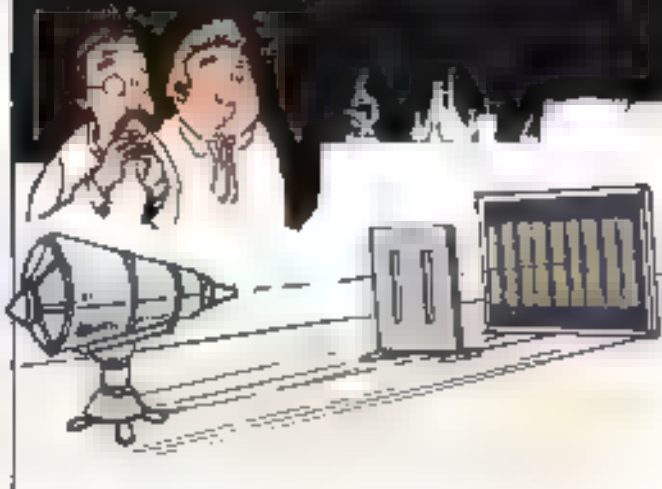
Итак, теперь через щель идет не сплошной поток, а отдельные фотоны один за другим. Каждый фотон случайным образом проходит через левую или правую щель.



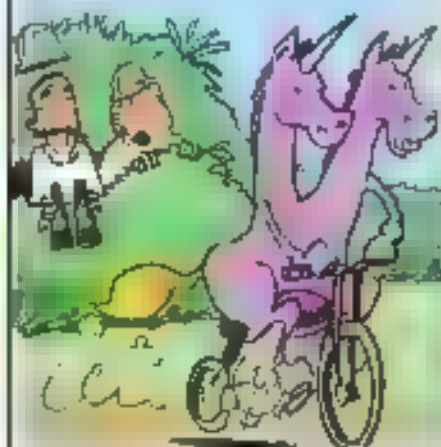
На первый взгляд это выглядело так же, как и металлическая игла. Фотоны как будто ударялись об экран, формируя вертикальные линии, интерференции не было. Щелям, как это сделали бы частицы.



Вскореปรากฏขึ้น еще более странный феномен: фотоны постепенно формируют интерференционную картину, что является свойством волн!



Это было так же невероятное, как встретить в джунглях двухголового розового единорога на велосипеде этого просто не должно быть!



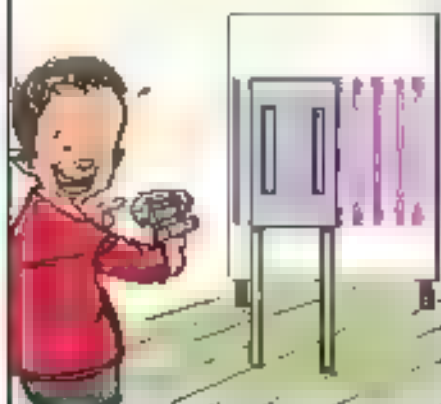
Представьте, что кто-то стрелит каплями краски лучевым образом, одну за одной.



молочитесь и выберите одну из двух этих щелей.



в результате получается вот это!



Невозможно! Если что одна капля или фотон проходит через обе щели одновременно.



Вы правильно прочитали: если фотон проходит через правую и левую щели одновременно, он создает волну в суперпозиции.

Частица проходит одновременно и здесь!



При такой суперпозиции фотон начинает переосмысливаться. в самом деле? Как две концентрические волны, которые переосмысливаются и затем интерферируют



Поставляя фотоны, выстреливаемые по одному, начинают вести себя как волны и создают интерференционную картину.



нет, серьезно! Невозможно пройти через две щели одновременно, не так ли? Давайте использовать «детектор фотонов», расположенный на одном уровне с прорезями, чтобы точно отследить путь каждого фотона.



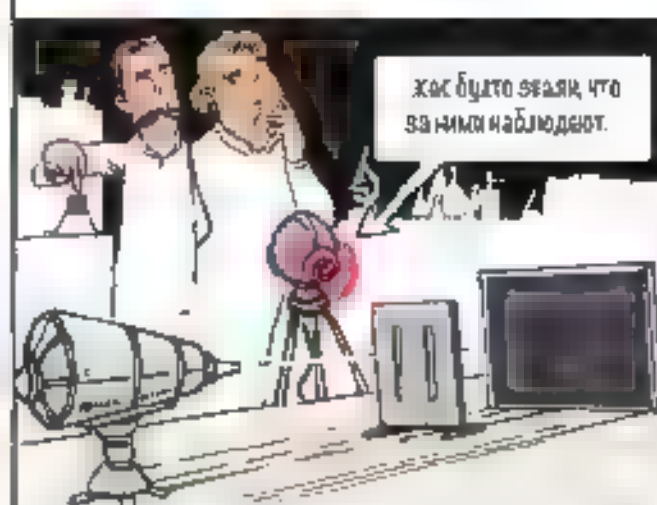
Одни за другим фотоны проходят сквозь прорези и формируют на экране волну, как и в предыдущем опыте.



Волна мгновенно исчезает! Каждый фотон вынужден вести себя как обычный «зачки»



Каждый фотон проходит либо через левую, либо через правую сторону. Они поменяли свое поведение.



А когда детектор снова выключили,



свойства волны возобновились. Каждый фотон снова находился в суперпозиции и создавал волну!



В реальных лабораторных условиях эксперимент проводится в помещении закрытой и протойсмытые три температуры, близкой к абсолютному нулю

Таким образом находясь в суперпозиции фотон может не только проходить через несколько щелей одновременно, но он также может изменять свое поведение, когда вы наблюдаете за ним, «фиксируя» себя в реальности как частица или крупинка материи.

Как будто бесконечно малое существует, но только тогда, когда за ним «заглядывают»!

Все становится более и более абсурдным!

Эти странные свойства имеют не только фотоны, но также атомы и их компоненты: электроны, протоны, нейтроны, кварки. Фактически этими свойствами обладает каждая частица микрокосмического мира, те же частицы, из которых состоит наш мир. И мы, сделаны из них тоже. Эксперимент и душой щавель подтвердит я влюб сердце квантовой механики, как писал лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман.

Двойные щели — это окно, через которое человечество может взглянуть на квантовый мир. В течение XX века научное сообщество сосредоточилось на этом бесконечно маленьком фантазмагорическом взгляде на наш повседневный мир. И вскоре появятся еще большие неожиданности...

Например, невозможно одновременно измерить некоторые свойства частицы, такие как ее скорость и ее положение и, как следствие, траекторию!

Квантовый мир метафорическое представление!

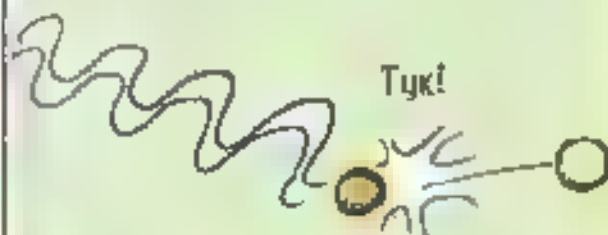
И это довольно трудно, потому что если физик не знает что-то, то это измерение.



Этой невозможности хоть такнически обмануть луч света миллиарды фотонов не имеет шансов перемещать объект или кого-то...



однако в микрокосмическом мире один фотон (то есть квант света, наименьшая возможная единица световой энергии) способен открывать частицу. Как электрон, например. Вспомните эффект Комптона.



То есть один-единственный фотон способен прощупать измерения.

Идея, что вы можете одновременно измерить скорость и положение частицы, называется принципом неопределенности.





Идея, что измерение нарушает то, является интуитивным способом объяснения принципа неопределенности. Но это может ввести в заблуждение, что это явление связано исключительно с неуклюжими экспериментаторами или неадекватными инструментами.



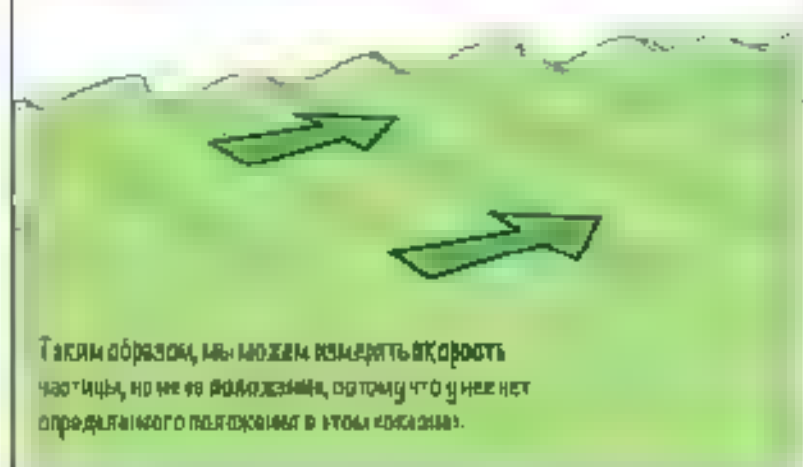
На самом деле более тонкое измерение ничего не меняет. Электронная частица вообще не имеет определенного положения и скорости, поэтому понятия траектории просто не существует. Мы можем измерить одно, а затем другое, но не оба одновременно.



Как же работает этот квантовый мир? Все частицы движутся в квантовом поле. Давайте представим базовую версию этого поля, пересекаемого небольшими волнами, смещающимися по некоему океану.



Все гребни движутся равномерно вправо. мы можем сказать, что эта волна оплывает частицу, движущуюся со скоростью гребней.



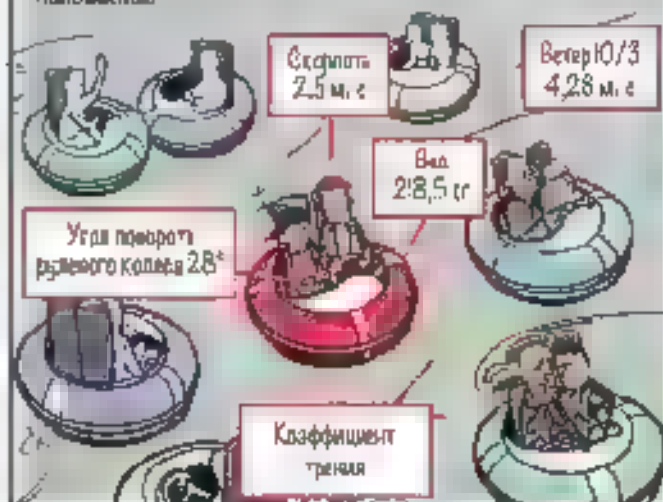
Таким образом, мы можем измерить скорость частицы, но не ее положение, потому что у нее нет определенного положения в этом океане.

Это поле обладает и другими странными свойствами. В нашем макроскопическом мире одна и та же причина приводит к одному и тому же эффекту, но это не так в квантовом мире.

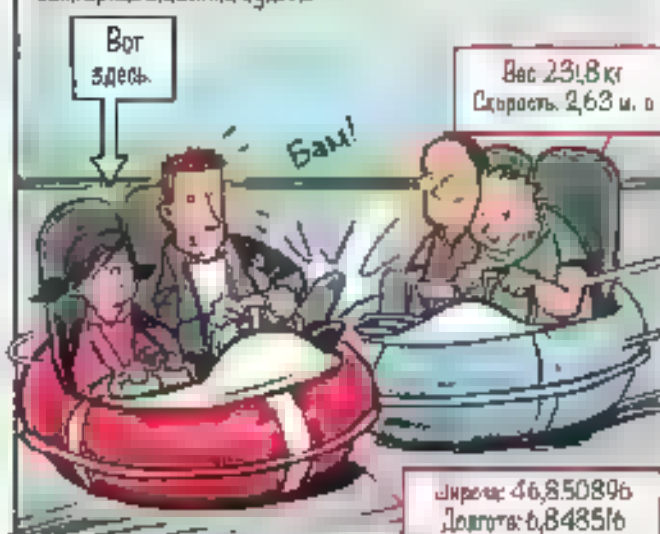


Посмотрите на эту баблерную чашечку.

Если мы знаем скорость баггерной машинки, различные углы, аэродинамические и все другие факторы, влияющие на ее положение...



тогда мы сможем точно знать, что в определенный момент баггерная машинка будет...



Повторяя эксперимент в тех же условиях, строго следуя тем же данным предсказан.



наша машинка будет точно на том же самом месте, что и раньше. Результат будет всегда тем же самым, снова и снова.



То же самое с бросанием монеты. Кажущаяся случайность происходит только из-за того, что мы не знаем всех параметров. Контролируя все данные, относящиеся к движению монеты (угол, ветер и т.д.), мы могли бы точно предсказать, на какую сторону упадет монета.



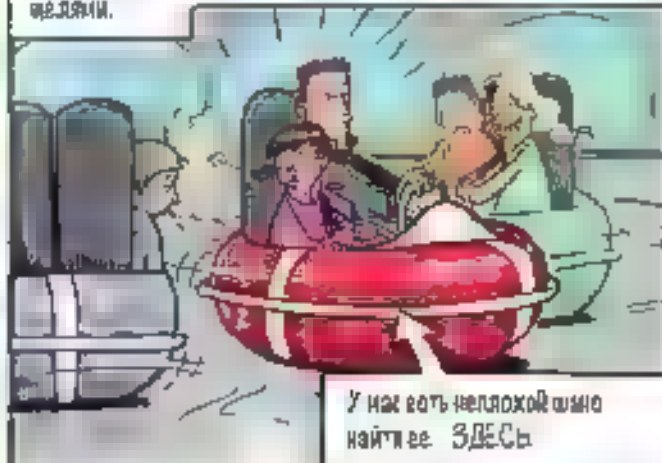
Если мы повторим эксперимент в тех же условиях, результат будет тем же самым - орел.



Понятие вероятности в бесконечно маленьком мире отличается от привычного. Но этот раз предположим, что наш бамперный автомобиль действует как частица.

Он плывёт в квантовой волне вероятности, его положение неопределимо и непостоянно.

Если мы попытаемся наблюдать это, «волновая нашивка» закрепится в одном месте, как фотон в эксперименте со щелями.

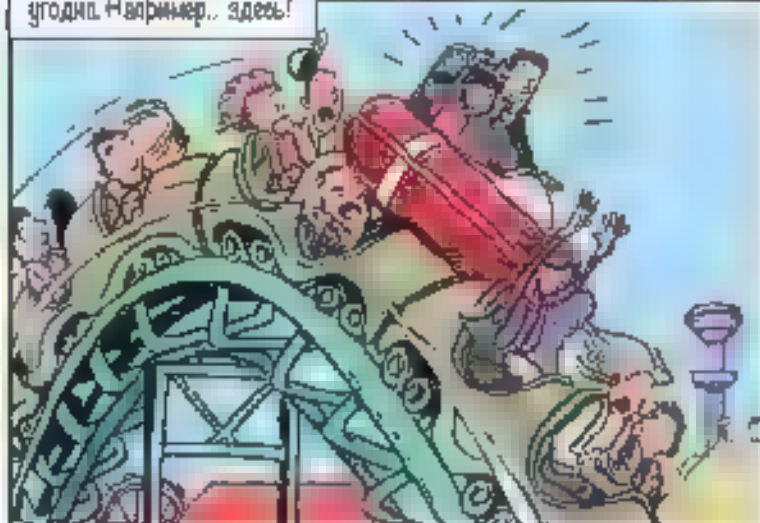


У нас есть неплохой шанс найти ее **ЗДЕСЬ**

Если мы повторим эксперимент в строго одинаковых условиях, наш здравый смысл говорит нам, что мы должны получить тот же результат.

Но квантовый мир наводит на оздоровочный смысл. Результат непредсказуем! Это полная случайность.

Когда вы предпримете еще одну попытку, машина может быть где угодно. Например.. **здесь!**



Есть и небольшой шанс, что вы найдете ее очень далеко



- А лапы не полугажи



Или тут

Я все вижу



или в коммее! Наша члтица — это волна вероятности, которая распространяется через пространство и вою времени. Существует даже бесконечно малый шанс найти ее в далекой галактике.



Строго одинаковые начальные условия приводят к разным результатам! Так что это кванд вероятность больше нет причины, за которой следует предсказуемый эффект, а только вероятность.



Квантовые уравнения говорят, что волны вероятности частицы охватывают все возможные пути.



Если бы в опыте во щелях было три щели, члтица проходила бы через все три.

Если бы было 30 щелей, члтица проходила бы через все одновременно, создавая этим более сложную интерференционную картину.



Если бы их было 3000 — она проходила бы через 3000 и так далее. Поятие называется суммой всех путей.



Удивительно то, что эксперименты точно подтверждают эти уравнения.

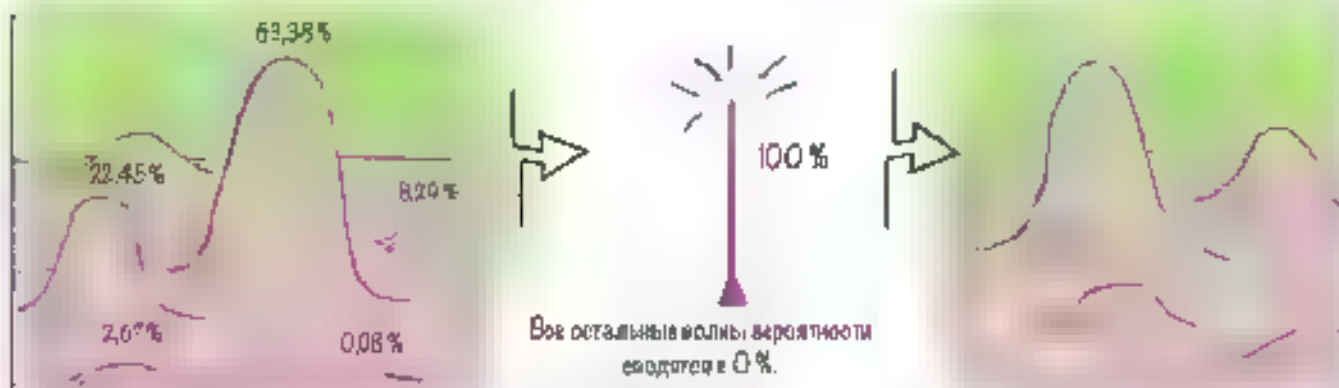
Итак, давайте добавим эти вероятностные волны в нашу квантовую гидродинамическую волну, получив частицу в неопределенных положениях. Эти волны вычисляют шансы нахождения нашей «бумажной машинки» в данном месте.



Все, что мы можем сделать, — это вычислить вероятность нахождения частицы в любом заданном месте.

Во время наблюдения случайным образом «выбрасывается» одна волна: частица появляется в одном месте.

Затем частица возвращается в вероятностное состояние. Таким образом, она появляется только здесь или там, в данный момент времени.



Если бы яблоко Ньютона существовало в квантовом мире, оно не обязательно упало бы. И не всегда в одном и том же месте. Оно будет подниматься над землей в неопределенном состоянии, с определенной вероятностью падения здесь, там или, может быть, гораздо дальше. Это неизбежно. Яблоко само решает, где мы его найдем.



Во время наблюдения частица делает одну ставку. Все возможные пути разрабатывает, частица делает ставку на одну микротрассу, затем она фиксируется в реальности, в выбранном микротрассе.



Это явление продолжает удивлять ученых. Они до сих пор не знают, почему это происходит. И каждый когда-либо проведенный эксперимент подтверждает эту теорию.

Хм. А что вы все так уставились на это яблоко?

- Я объяснила, что если бы яблоко было размером с атом, оно не существовало бы, так как мы не могли бы его наблюдать.

- Эй, ребята! Я надел хорошо маленькую булочку по ту сторону папы!



Ты имеешь в виду, что когда мы наблюдаем атом, фотоэлектрон это изменяет его поведение?

Так точно. Даже больше: это вызывает это поведение.

Наблюдение не только нарушает то, что должно быть измерено, оно вызывает его.



- Итак, мир разделился на две части: с одной стороны, наша реальность, с другой бесконечно малая, которая не существовала бы, если бы мы ее не наблюдали??

- Вот как! Ну... как минимум большинства ученых.

Эй! Но это абсурд!



Подождем. Что конкретно значат «наблюдать»?

- Смотреть, анализировать, измерять, где находится частица, с помощью любого прибора.

- Да, но это техническое наблюдение. Искренне должны происходить осознанное наблюдение?



Мы знаем, что не можем наблюдать, не проводя эксперимент... Нужно ли нам сознание для этого? Большинство ученых считают, что нет.

На самом деле можно продемонстрировать это так или иначе. И вам нужно будет определить, что такое «сознание».



XEROX

4046
4046



നവം,
ദുറവം

- THE VERY
MAN.

- Простите что не в тему... Кто-нибудь смотрел размерный лист?

3. 5.
HBT



Знаю... вся эта история с наблюдением звучит смешно! Действительно, чтобы вычислять квантовую информацию, физик Эрик Шрёдингер использовал котенка, подражающего тому, что было бы с объектом — существовал ли он или нет.



Ты жетелейге мұтыңды
бақылап отырарсың!

ИЗВЕСТНО ВТОМ,
ЧТО ЭТОТ КОТ В
ЛИНИИ КОММУНА
ЦИАЛ ЭКСПЕДИТОМ
КЕАНТОМ
МОДЕРНОМ



Дредингер??
30 кал ТВОИ кот??



இதற்குரிய
புத்தகம்

ଏମିତି ଯିବି ଯିବି ଯିବି ଯିବି
ନିଶ୍ଚୟ!

4485

3800



Джеддингер действительно избрал этот знаменитый воображаемый эксперимент, который описан как «дьявольский». Это было в 1935 году. Вот его описание. Пусть первый поместит кота в коробку.



Πόκα σθε
πνέον

На коробке находится механизм, основанный на принципе опыта о двухяйцевости. На этот раз две яйца ведут к двум закрытым коробкам.



Светка радиоактивный атом направляет в направлении двух коробок. Как любая частица, он имеет форму волны. (Мы постепенно привыкаем к этой идее.)



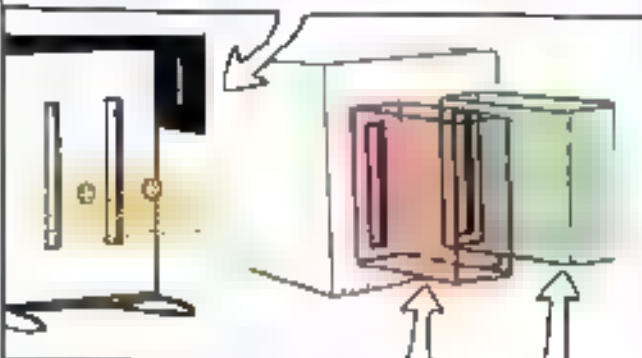
Полупрозрачное зеркало разделит атом на две равные волны. Таким образом, любая волна может быть разделена и отклонена.

То есть 50 % волны отклоняется полупрозрачным зеркалом, а затем обычным зеркалом в направлении зеленой коробки.



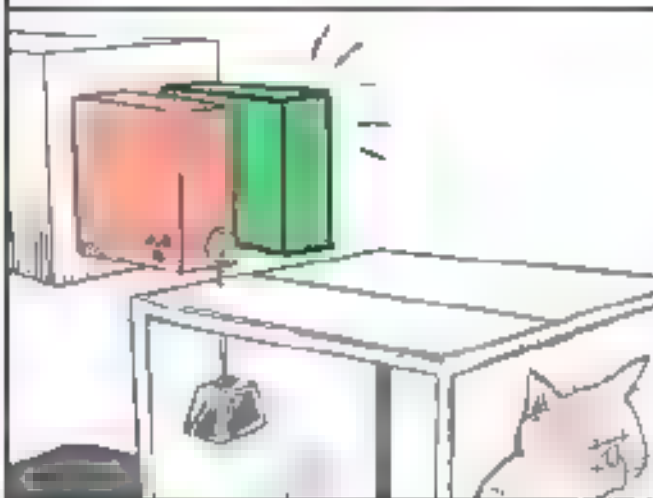
Другая половина атомной волны не отражается (что является причиной волнотражения). Так что эта волна идет прямо в красную коробку.

Такое расщепление волны является стандартной практикой в лабораторной замкнутой системе. Это точный эквивалент эксперимента с двумя щелями, который мы видели ранее.



Тем временем на этот раз каждая полуволна заперта и блуждает внутри своей коробки.

Если мы попробуем определить ее положение, то атом на 50 % может быть в безвредной зеленой коробке...



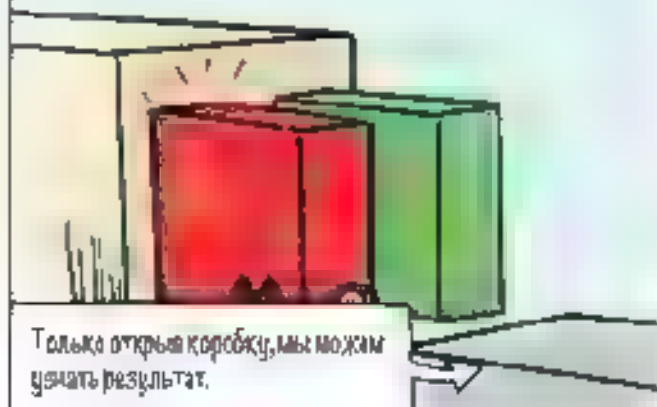
...но также имеет одна из двух шансов находиться в красной коробке, в которой находится счетчик Гейгера. Если это так, то радиоактивный атом запустит механизм, опускающий гири.



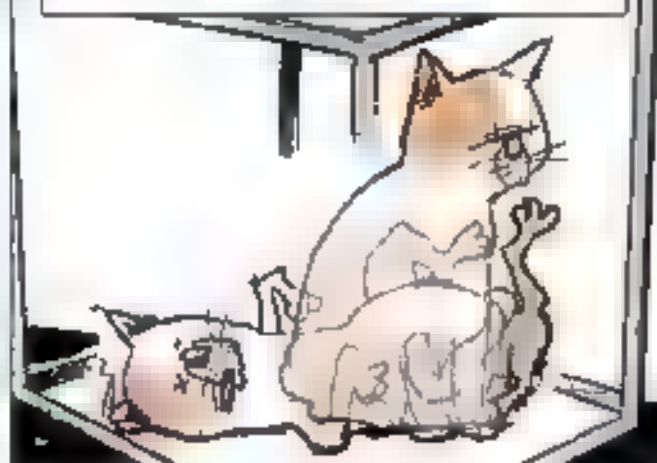
Гиря разбивает флакон и выпускает из него ядовитый газ.



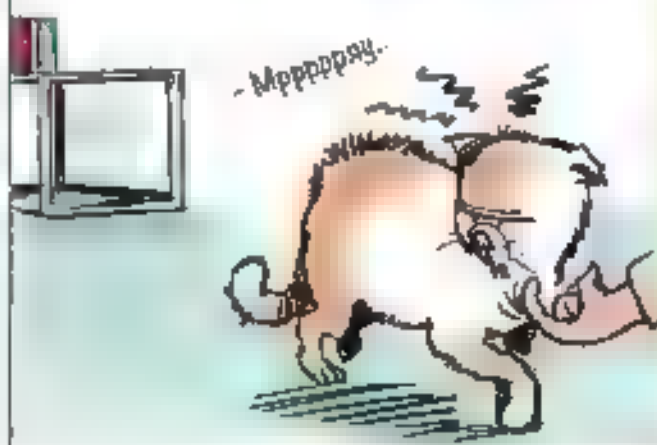
Но помните, квантовая физика говорит нам, что атом находится в суперпозиции, пока его не измерят. Атом занимает как великую, так и крошечную коробку в неопределенном состоянии.



Итак, это уже становится странным: пока мы не откроем коробку, кот должен быть одновременно мертвым и живым.



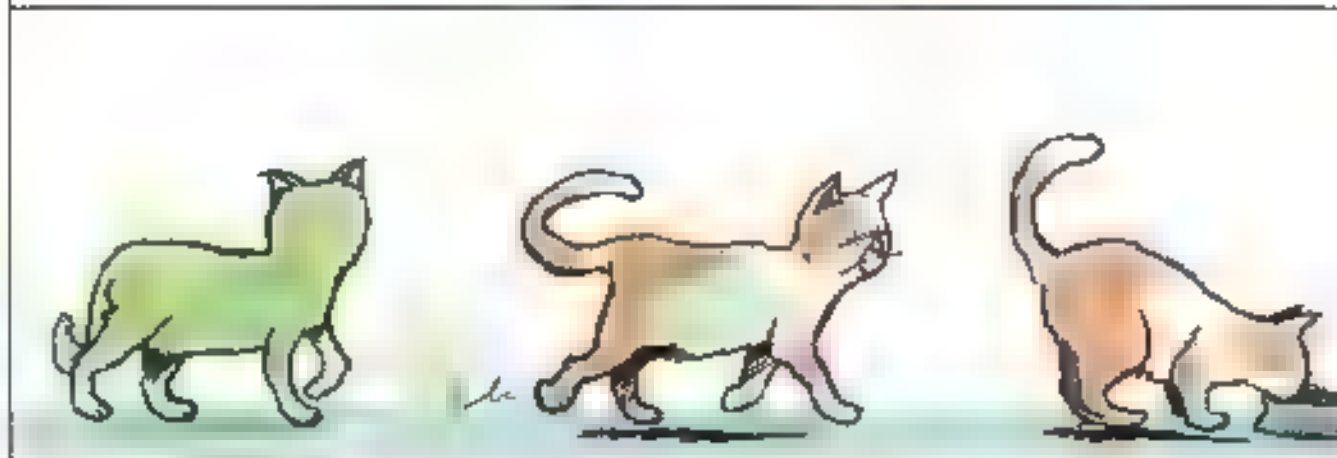
Мертвый и живой кот: никто никогда не видел ничего подобного. И это точно отражает точку зрения Шредингера: в этой интерпретации квантовой механики что-то не так.



Этот мысленный опыт очень ярко поднимает ряд вопросов. Во-первых, почему микроквантовый и видимый мир?



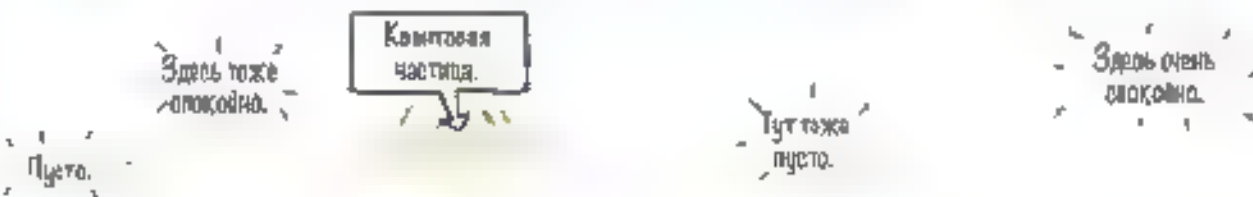
Мы состоим из миллиардов микроквантовых частиц. Так почему же то, что происходит на атомном уровне, не происходит в нашем масштабе? И кстати, где заканчивается бесконечно маленькое и где начинается видимый (или макроскопический) мир, наш «нормальный» мир?



На самом деле квантовая теория не делает различий между микроскопическими и видимыми мирами.
Любая «вещь» может оказаться в состоянии суперпозиции, включая людей.



Что происходит так это то, что наши состояния суперпозиции очень малы. Квантовая суперпозиция хрупка даже для единичного лабораторного фотона, изолированного от внешнего мира, в пустой когерентной среде.



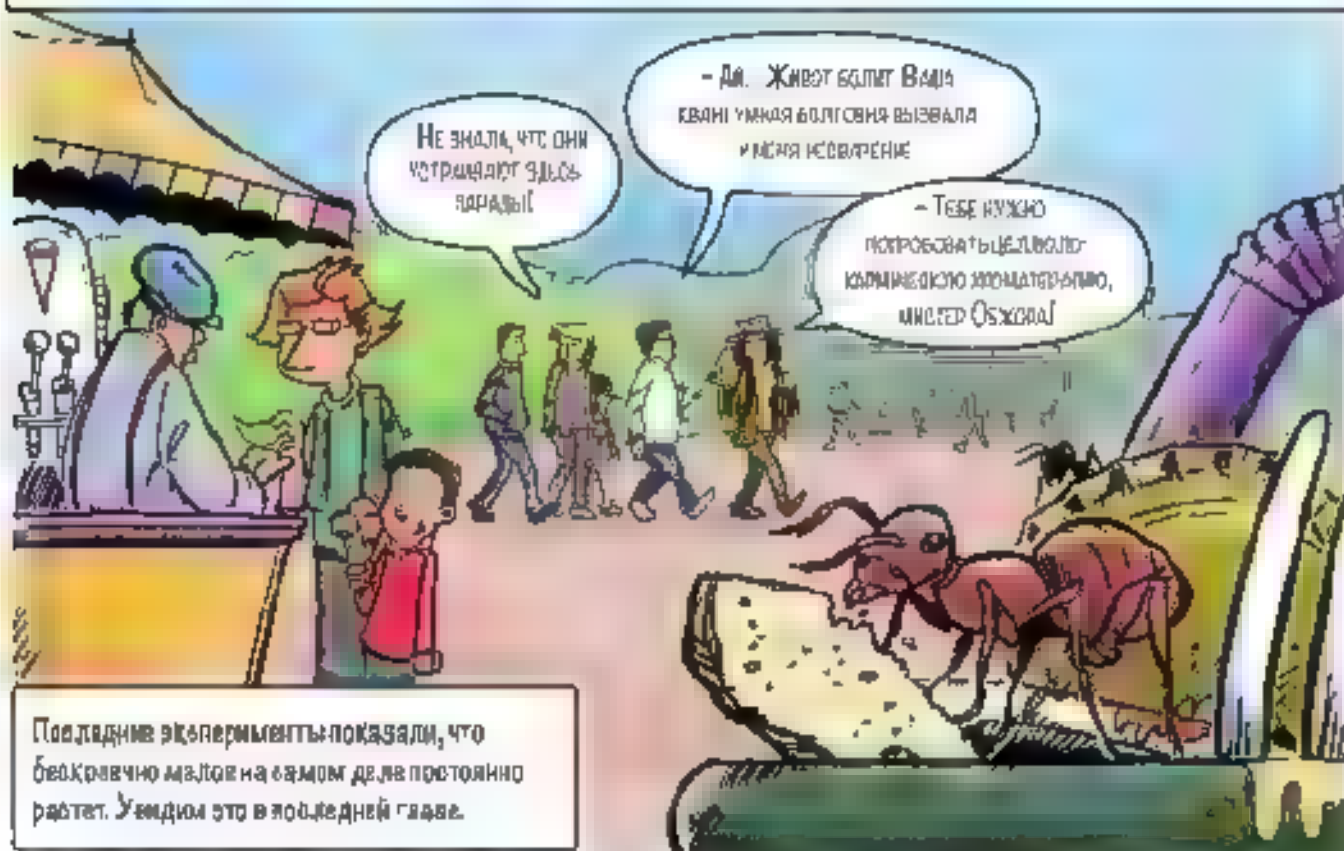
Не представляете себе хаос миллиардов взаимодействий частиц, вторгающихся в нашу бытовую реальность? Наш лабораторный фотон здесь как отшельник, выпущенный на халяву в Рио, в состоянии шока!



Лабораторный фотон не восстанавливается после столкновения с той обильней средой, в которой почти мгновенно исчезает. Это явление называется декогеренцией. Информация о квантовом состоянии, кажется, непрерывно сливается в макроскопическую среду, которая действует как своего рода постоянный наблюдатель. Суперпозиция отменяется, тогда наша шумная декогерентная среда фиксирует квантовую чистоту в реальности.



Однако декогеренция не объясняет странности квантовых явлений, а чуждоотных олучайных выходов. И декогеренция неговорит нам, где находится граница между микроквантовым и видимым мирами.



Последние эксперименты показали, что безжалостно малое на самом деле постоянно растет. Увидел это в последней главе.

Декогеренция также не объясняет
особых отношений квантовой механики
ко времени.

Помните, что специальная теория относительности описывает время
как «изогнутое» (глава 2). Но квантовые эксперименты показывают
другую грань этого, что столь же странно. (Хотя это не должно вас
бесить слишком сильно...)

Мы уже представили себя
в суперпозиции, не замечая
этого, так что.



КОГДА ПРОШЛОЕ ЗАВИСИТ ОТ БУДУЩЕГО

Молодой Док: «Приятно было с вами пообщаться.
Может быть, еще пересечемся когда-нибудь в будущем»

Старый Док: «Или в прошлом»

Цитата из фильма Роберта Земекиса «Назад в будущее 2». 1989 г



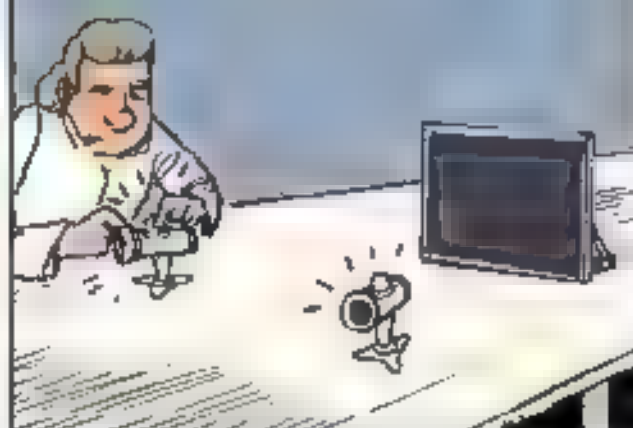
Справочное описание принавки применив к квантовой механике демонстрирует эксперимент с «отложенным выбором» на самом деле это версия эксперимента с двумя прорезями, с несколькими простыми дополнительными элементами.



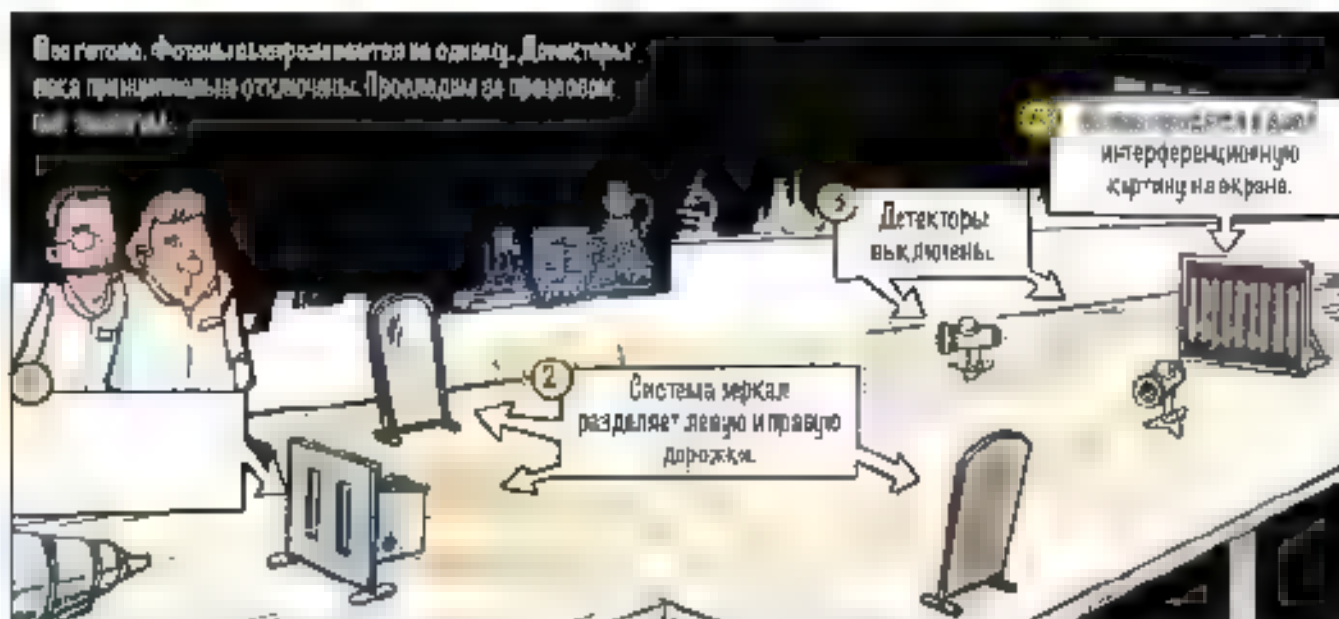
В моменте когда прорезы и экран включены как только одна прорезь была включена детектор, волна исчезла, и частицы стали волни вблизи края прореза выбора (так сказать, эффект «тук»).



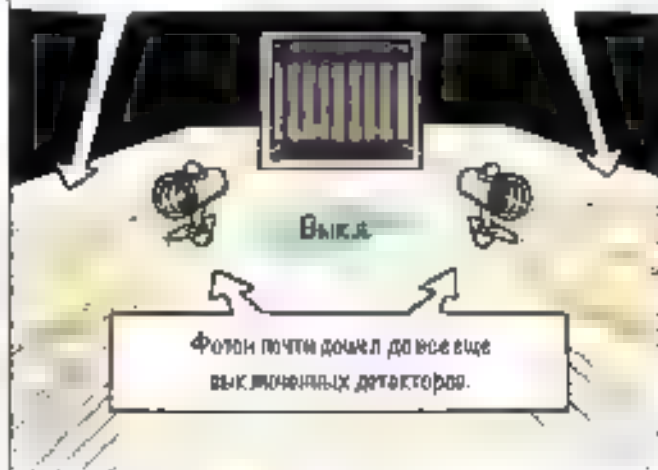
На этот раз мы поместим детектор после прореза — слева и справа, прямо перед интерференционным экраном.



Все готово. Фотоны в эксперименте не одиноки. Детекторы пока принципиально отключены. Проведем за прорезом, так сказать.



Приближаясь к фотонной номер 72 583. Он прошел через обе прорези и в режиме суперпозиции движется к экрану по обеим сторонам.



И затем баш В проливной момент прибор выключается. Номер 72 583 зафиксирован как допустим, в этот раз фотон прошел по левой дорожке.



Но здесь что-то не так. Посмотрим снова.



Но что это? В пункте 1 фотон ПРОХОДИТ сквозь левую И правую прорези...

в чужого позжа, в пункте 3 этот же фотон говорит нам, что он НИКОГДА не проходил через правую прорезь.

Наверняка! Это похоже на возвращение назад во времени: выбор наблюдателя определил в прошлом, через какую щель прошел фотон — в данном случае через левую.



Помните, что, когда фотон прошел сквозь щель, детекторы еще не были включены: «Все происходит так, как если бы фотоны могли регулировать свое поведение в прямом, в зависимости от нашего выбора включить или выключить детектор» объясняет физик Брайан Грин.



Таким образом, даже при косвенном измерении, примененном без контакта на расстоянии частицы — фотоны, электроны, нейтроны и т. д., кажутся, не только знают, смотрим ли мы на них, но и могут угадать тайные намерения наблюдателя, демонстрируя что-то вроде ретроактивности и зависимости прошлого от будущего.



Чтобы получить практически представление об удивительных последствиях стороннего выбора...

давайте уйдем от лабораторий и на секунду...

и представим, что маленький Бастиан — это частица.



Это карусель. Она будет играть роль разделителя, так же, как и двойные щели.

Бастиан может обойти ее либо слева, либо справа. Или, как частица, в суперпозиции он идет и по левой, и по правой дорожке.



Остальные собрались
в конце его пути: они будут
наблюдателями.



Пока зрители приближат
Бастиян находится в неопре-
деленном положении и вообще
не оставляет следов на песке.



Следы и капли мороженого
на песке.



появится только тогда, когда
за фотоном Бастияном.



будут наблюдать (на этот раз опоздав)
Это значит, что он уже прошёл.



Наблюдение не только создает реальность, оно также пишет
историю, которая вливается в эту реальность.

Кажется, что прошлое
зависит от будущего!

Смотри, Бастиян, как
можно разделить на две
части людей, которые
эпохивают рожд.
сложными сны

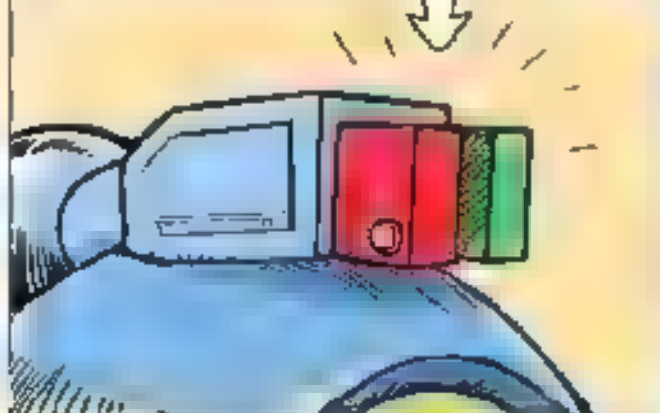


И те, кто уже перестал
так делать!

Давайте сделаем один шаг назад по шкале времени с невероятным, изумительным аттракционом. Мы назовем его Quantum Bucket Challenge.



Этот потрясающий аттракцион строится на нашей верой в сота Шредингера, две прозы, ведущия в красную и зеленую коробки.



И снова, зеленая коробка безвредна.

Подзем?



Ты находишься в красной коробке

детектор
фотонов...

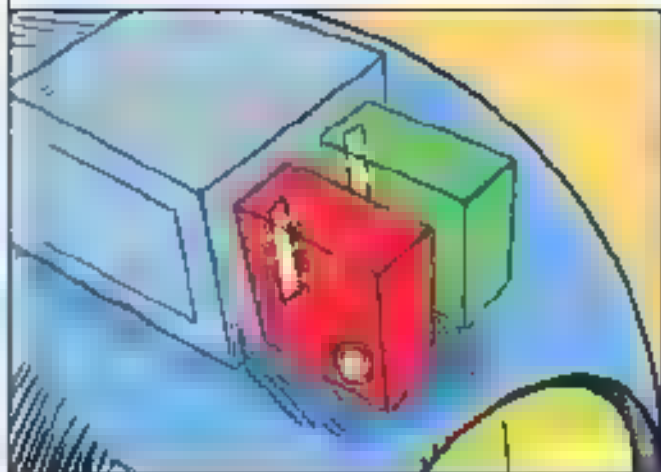
к которому
присоединя
резервуар
с краской.



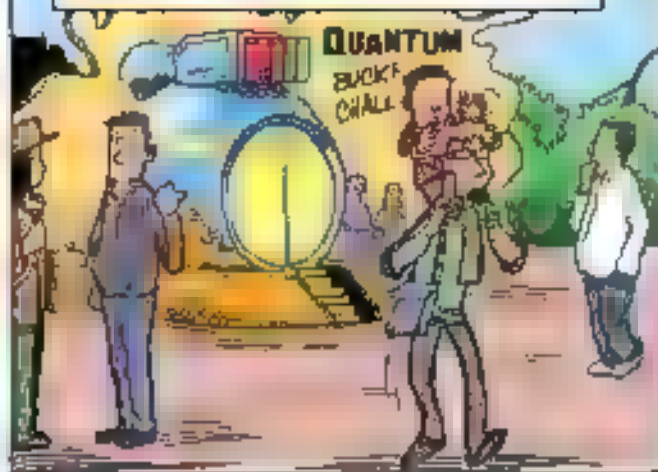
Если обнаруживаются фотоны, резервуар выливает оранжевую краску. Они не держатся ни на долго, выходя через 15 минут



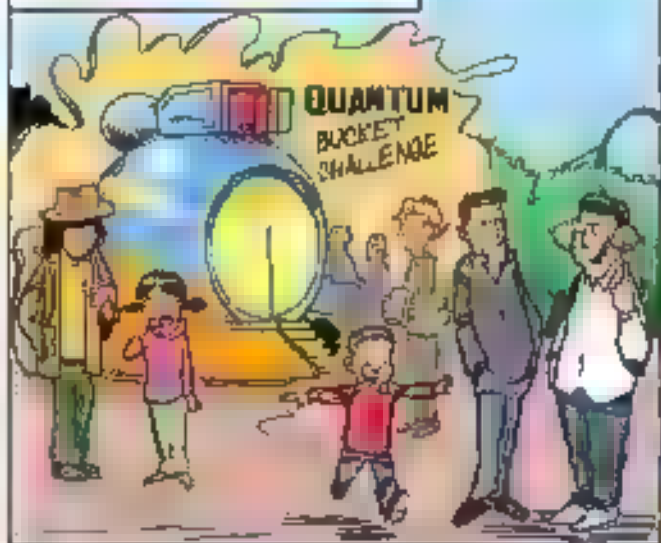
Итак, начнем! На данный момент детектор выключен. Волна прошла сквозь двойцы и осталась разбросанной в обеих коробках в неопределенном состоянии.



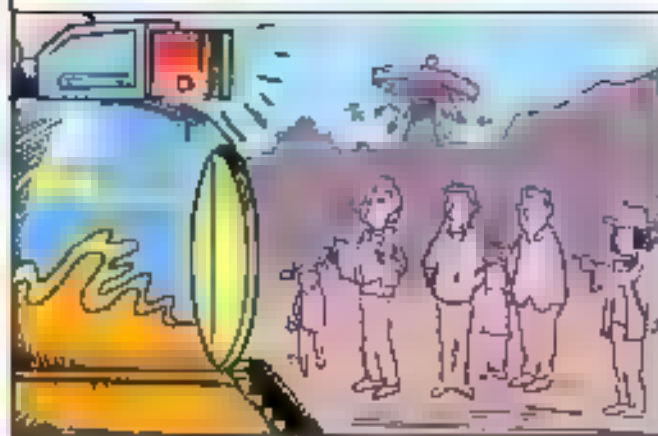
Мы можем подождать и наблюдать. Когда волна находится в коробках, мы можем ждать сколько угодно.



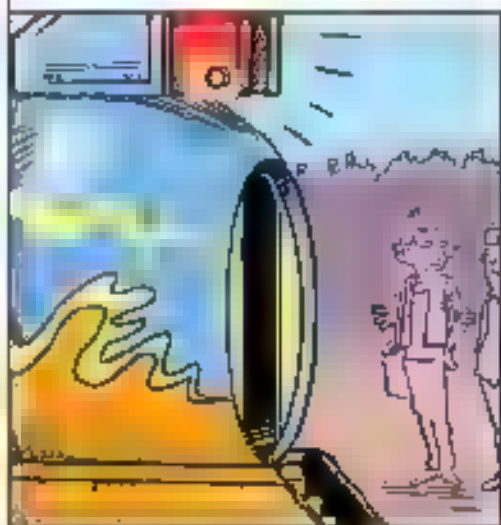
Например, несколько минут.



Прошло пятнадцать минут, итак, включим детектор. Фотон покидает свое неопределенное квантовое состояние и фиксируется в одном положении. Он в красной коробке? Или в зеленой? .. В красной.

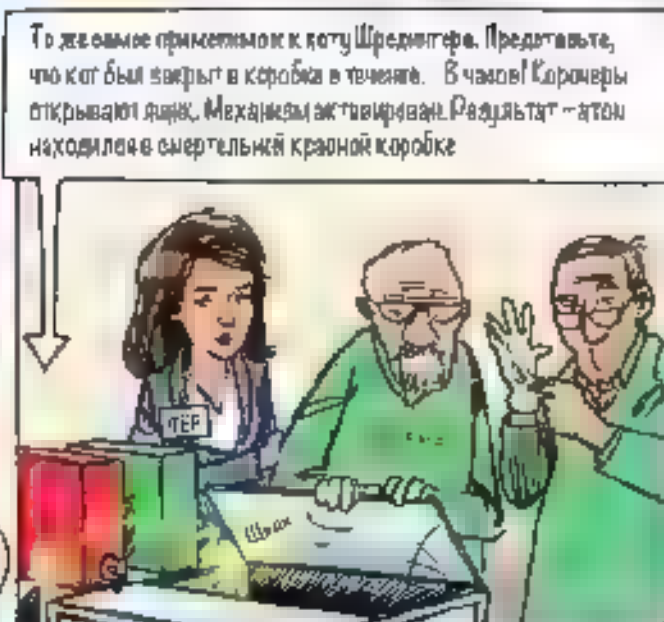
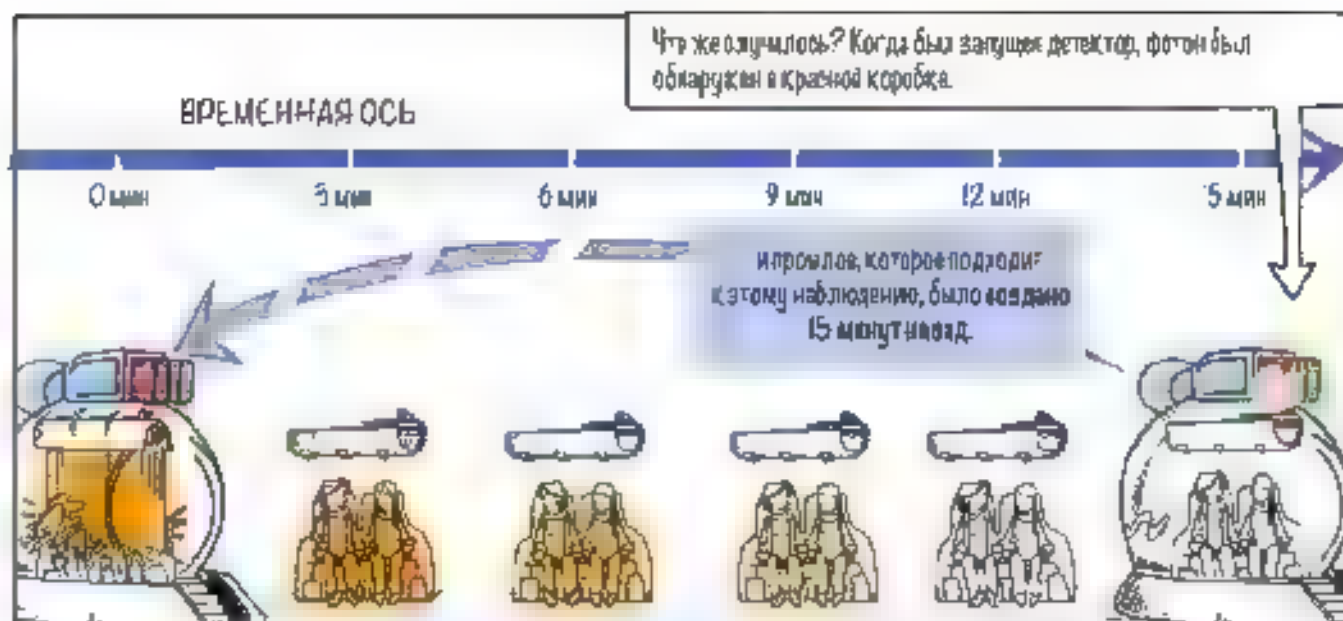


Итак, Зои и Люс облетят литрами краски. Дверь открывается.



Но, к удивлению, они выходят оттуда без единого пятнышка!





*При основании этого коммекса ни один из нас не страдал.

Пойдем еще дальше. В 1970-х годах физик Джон Уилер предложил эксперимент с охлажденным шибобом - межзвездным чипом. Чтобы выполнить его, вам понадобится квазар в далёком конце Вселенной, очень маленькая галактика и чаша Земля. Все идеально выстроено.

Наконец, в 1994 году
светолюбивые растения
начали получать фотон

Булгариан брѣмѣ мѣстѣ (84 стр. 53-54).

галактики отклоняют фотоны. Мы трансформируем пролетающий либо через верх, либо через низ галактики с вероятностью 50 на 50 — как и в эксперименте в двойном направлении.

На Земле, на ми телемоны бумут-
наблюдать фотоны, они орождают
тушь, по которой они оладуют —
небук или нас. Земля полна молотков.



Вопрос: по какому пути прошли фотоны? Бог говорит, что решение каждого фотона, с какой стороны обойти ядластинку, было принято миллиарды лет назад. Это произошло до того, как на Земле появились люди! Тем не менее этого не должно быть для фотона. Ведь до тех пор, пока мы его не увидим в телескоп! Вот этими миллиарды лет фотоны находились в неопределенном, вероятностном состоянии.

Итак, прошлое, похоже, зависит от настоящего, но меняет ли настоящее прошлое? Не в классических терминах. Ну, да, можно расширить нашу точку зрения и рассматривать прошлое как нечто иное, чем выраженные конкретные события. Согласно квантовой физике, прошлое и будущее не определены. Они состоятельны из множества возможных линий развития, из которых материализуются только одна.

[illegible]

Проф. МНЕ ВСЕ
РАВНО. Я НИКОГДА
НИЧЕГО НЕ ПОКУПАЮ!

Вопросы
№ 4-7-71

Сид Вилес на виланой
да виланой!

Handout

— Ты только что обвел к нулю
дух панковской культуры
в одном предложении!

- В искусстве сыгране
существует причина.

3.3
44

КТО ТАКОЯ СКА
ВАНЕС?

Кажется, что на уровне бесконечно малого времени
не существует

Но как же тогда время появляется на нашем
уровне, когда оно, казалось бы, не существует
в мире частиц? Особенно если вспомнить, что
они являются строительным материалом для
всей материи и энергии во Вселенной?



Какой он мир, лежащий за пределами
ничего восприятия? Есть ли реальность,
которая существует вне времени?

А что такое пространство?



СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ПРОСТРАНСТВО?

«Ради всего святого, как две области пространства (...) знают что происходит в другой? Взаимосвязи (...) как будто выпадают из понятия пространства времени».

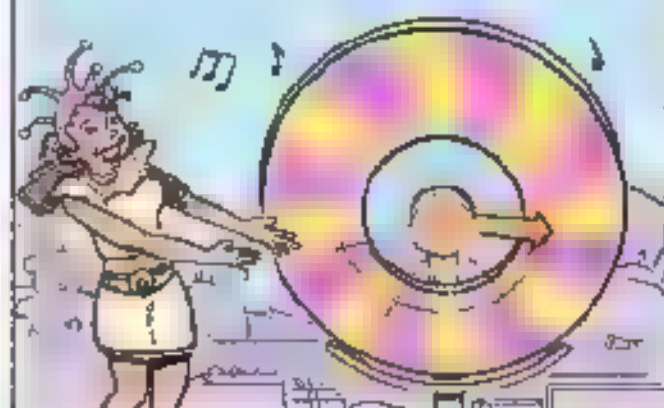
Николя Гизин, физик.
специалист по квантовой запутанности и криптографии



Видите это колесо фортуны? Давайте представим, что при каждом вращении оно ведет себя как частица, например как электрон. Ладно, как большой. ОГРОМНЫЙ электрон.



Когда колесо вращается, оно кажется нечетким, неопределенным. Это создает оптическую иллюзию суперпозиции: и розовое, и желтое. Ничего похоже на то, как кот Шредингера и смерть и жизнь.



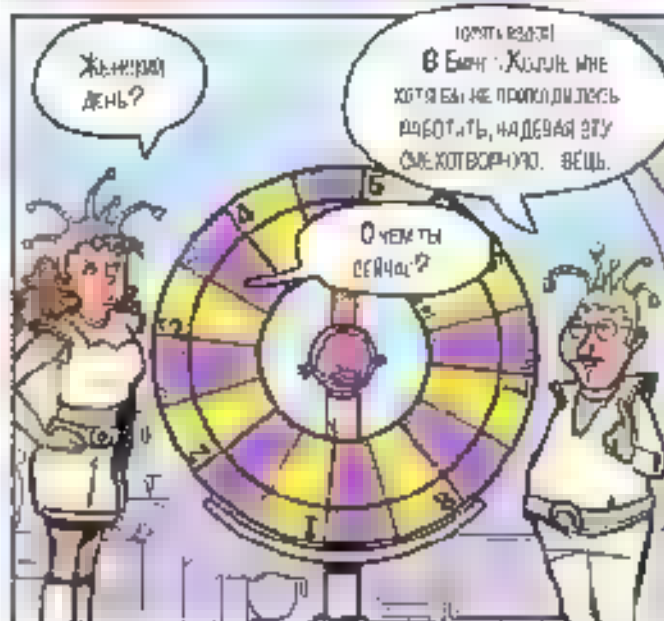
Когда колесо останавливается, оно фиксируется в реальности, как могла бы одеться заоблачная частица.



Женский день?

Юрий Визин
В Бачи: Желтый мне хотя бы не пропало время работать, надевая эту охотничью вещь.

О чем ты сейчас?



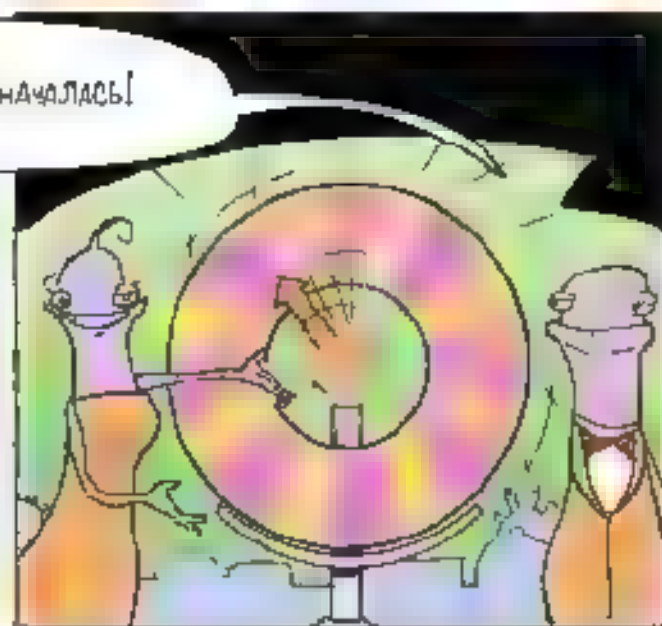
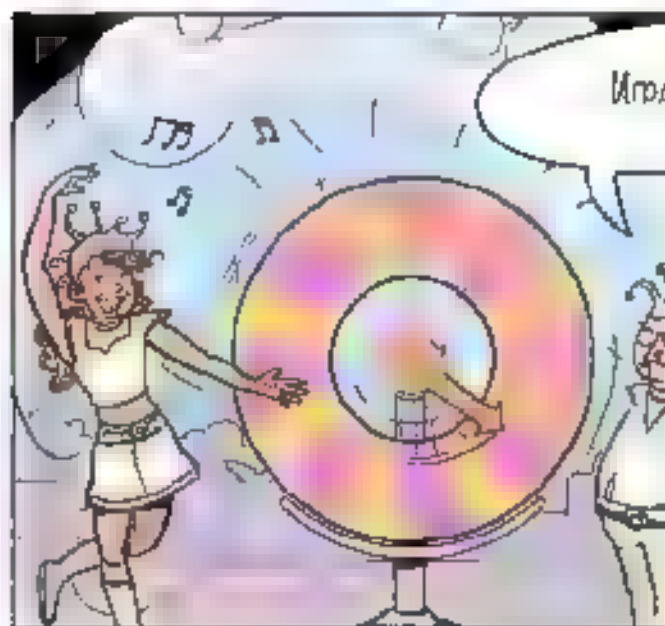
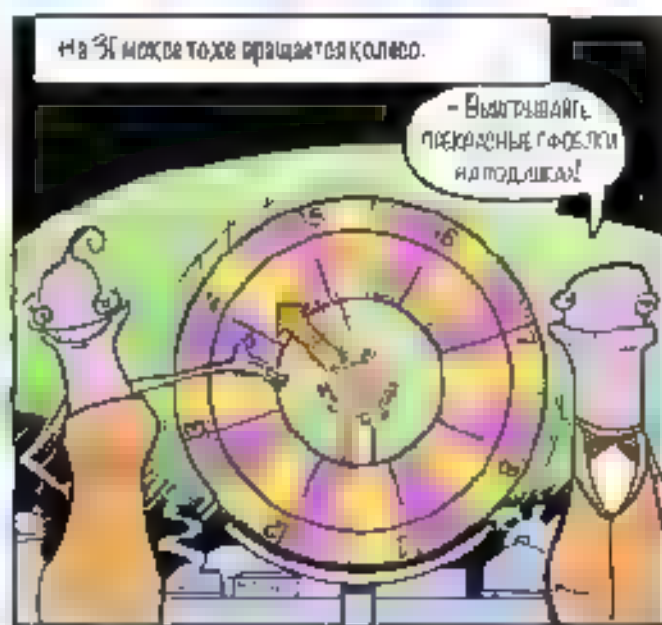
- Почему у дяди на плече такая плямчатая шапка?

Иногда вадок!

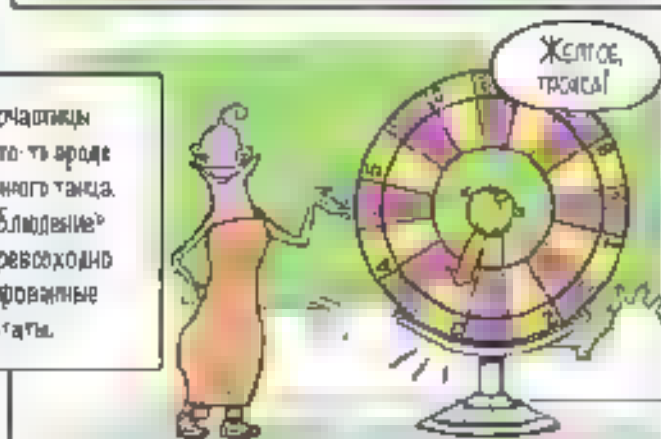
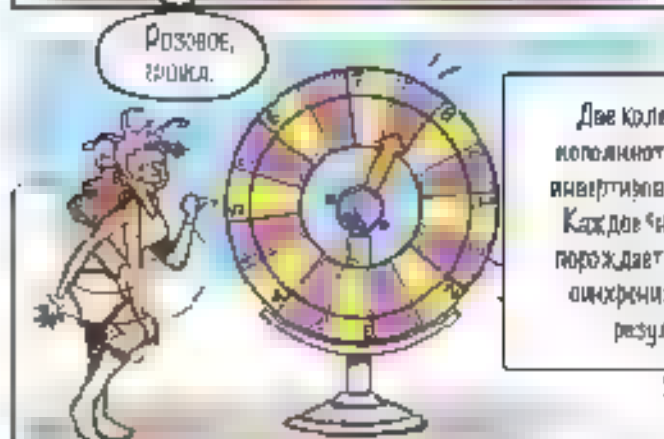
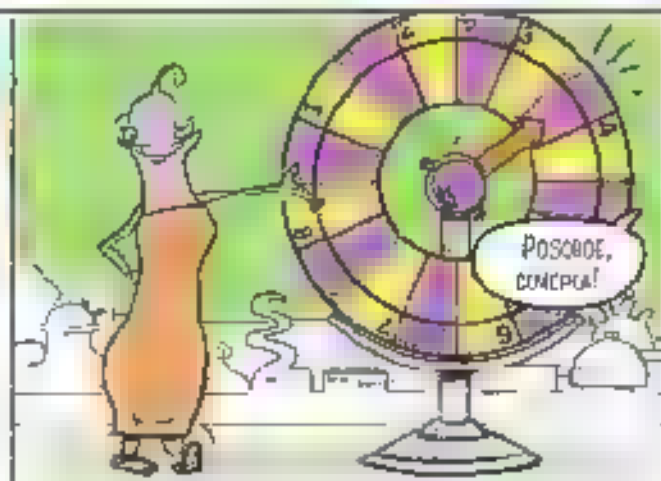
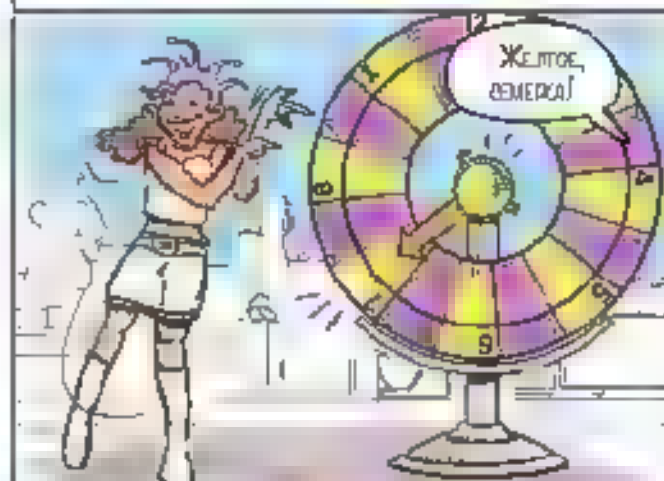




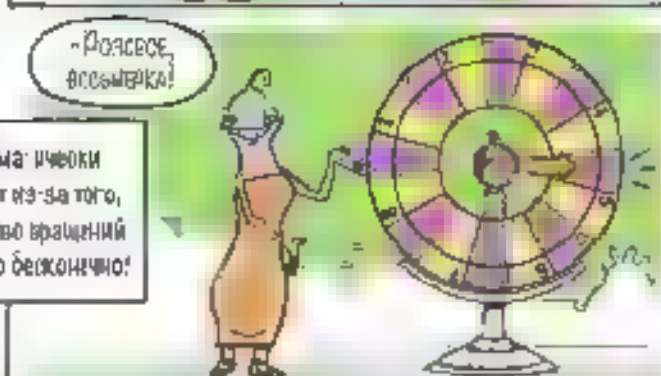
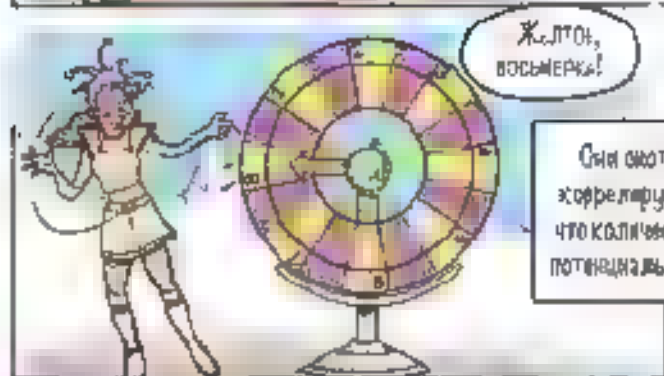
Давайте допустим, что наше электронное колесо связано с другим колесом в дальнем конце вселенной.



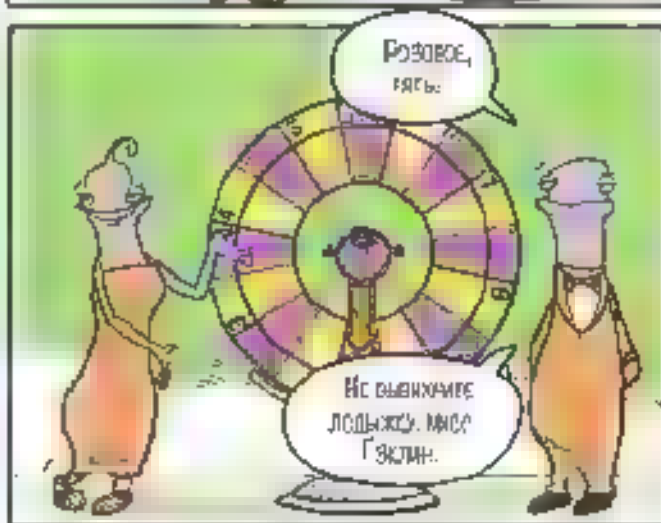
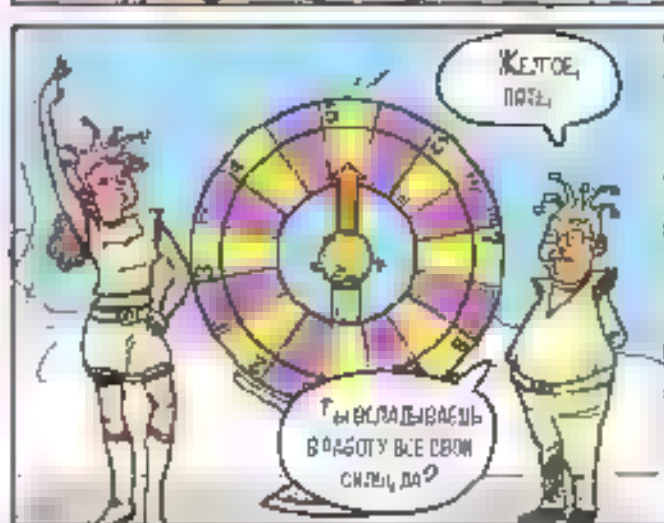
Капешки разсynchronизированы, каждый отрицательный желтый или синий пик приводит к противоположному результату на другой



Две колесчатицы
исполняют что-то вроде
инвертированного танца.
Каждое «наблюдение»
порождает превосходно
синхронизированные
результаты.



Сни скорости: ички
хорреллируют из-за того,
что количество вращений
потенциально бесконечно!



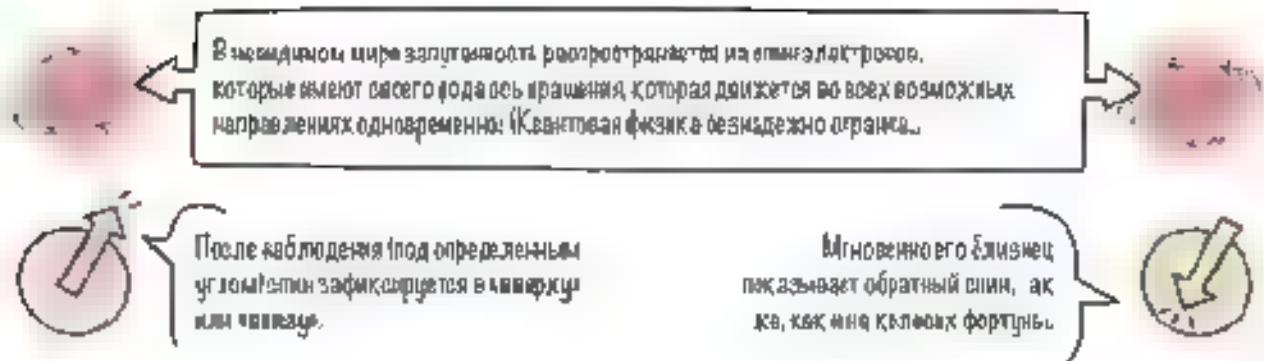


Наша два колеса фортуны действуют точно так же, как две частицы, которые, однажды соприкоснувшись, остаются квинт-то паром связанными запутанными даже на расстоянии миллиардов километров.

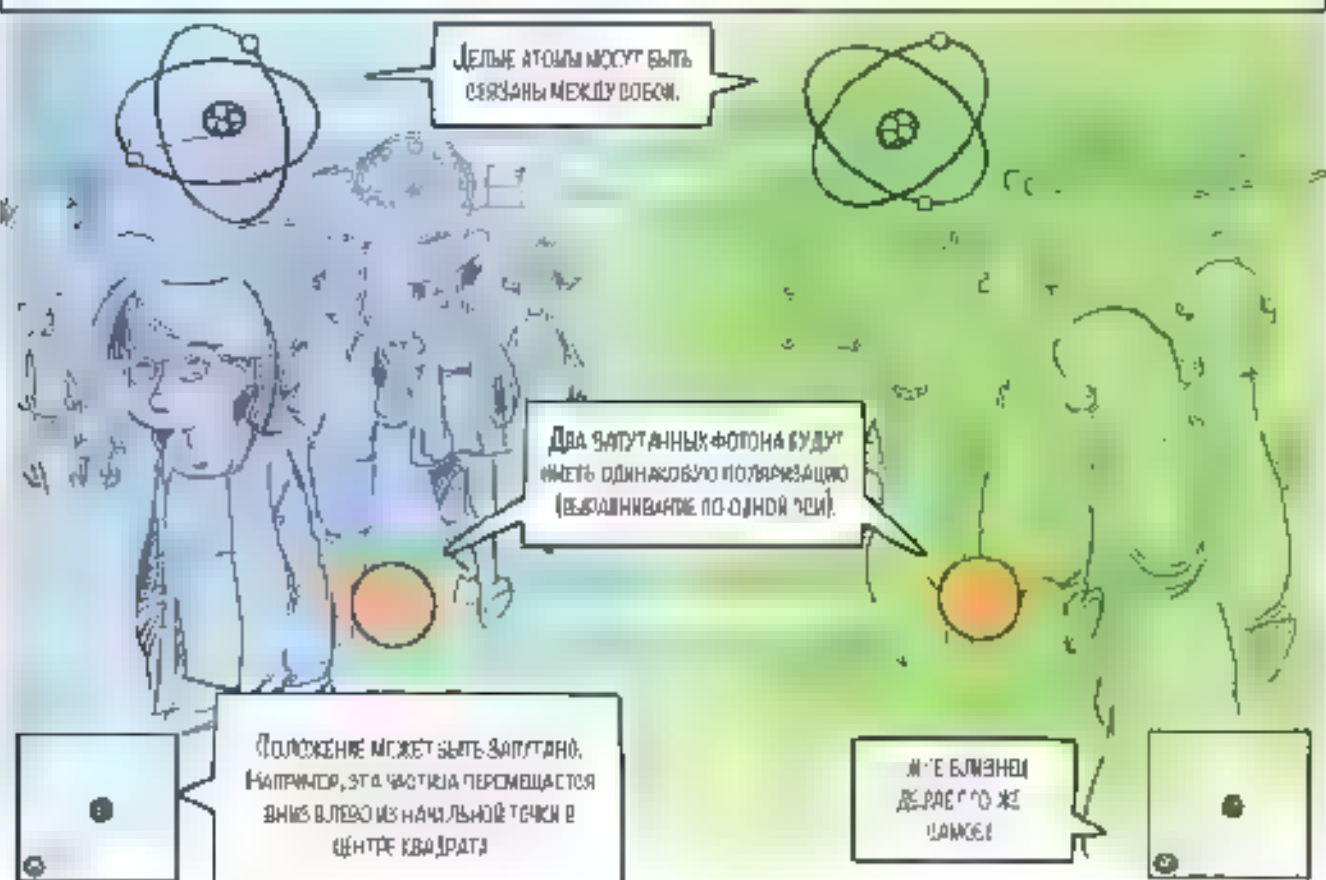


Таким образом, любое наблюдение одной из двух частиц не только разрушит ее волну, как мы видели в предыдущей главе...

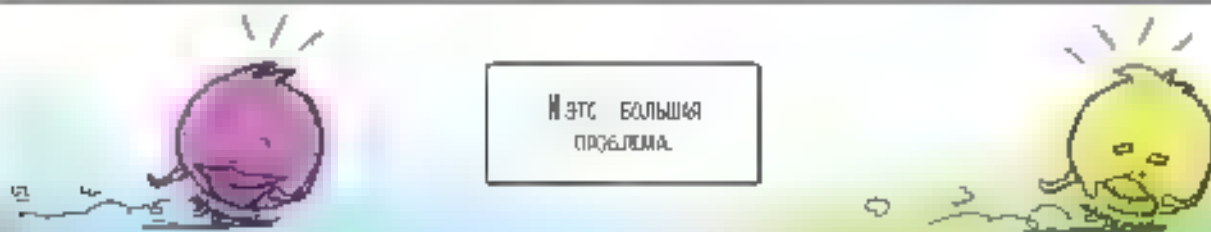
...но это также вызовет разрушение волны второй частицы, которая примет поведение, коррелирующее с первой частицей.



Запутанности также замечено для фотонов или даже целых атомов. Фактически любая частица может быть запутана. Различные свойства, такие как вращение, поляризация, скорость, энергия или положение, тоже могут быть запутаны.



Даже наши частицы, давайте назовём их Алисой и Бобом, могли бы также заполнить чешотку. Это даже не будет самым большим сюрпризом. Настоящая проблема в том, что наблюдение за объектом создаст мгновенную реакцию другого объекта, независимо от расстояния между ними.



В чем проблема? Квантовая теория говорит, что наблюдение в одном месте может влиять на поведение электронов в другом месте, даже на другом конце Вселенной. Но как это возможно? Во скорости света потребуются миллиарды лет, чтобы передать хотя бы крошечный объем информации.

Так как?? Через какие-то таинственные «призрачные действия» на расстоянии? Это нарушило бы закон специальной относительности, согласно которому ничто не движется быстрее света (как мы видели в главе 1).

Эйнштейн был противником этой идеи «призрачных действий». Он чувствовал, если кажется, что такое существует, то это только из-за неполного квантового описания. Его гипотеза была довольно простой:

Если наблюдение
объекта

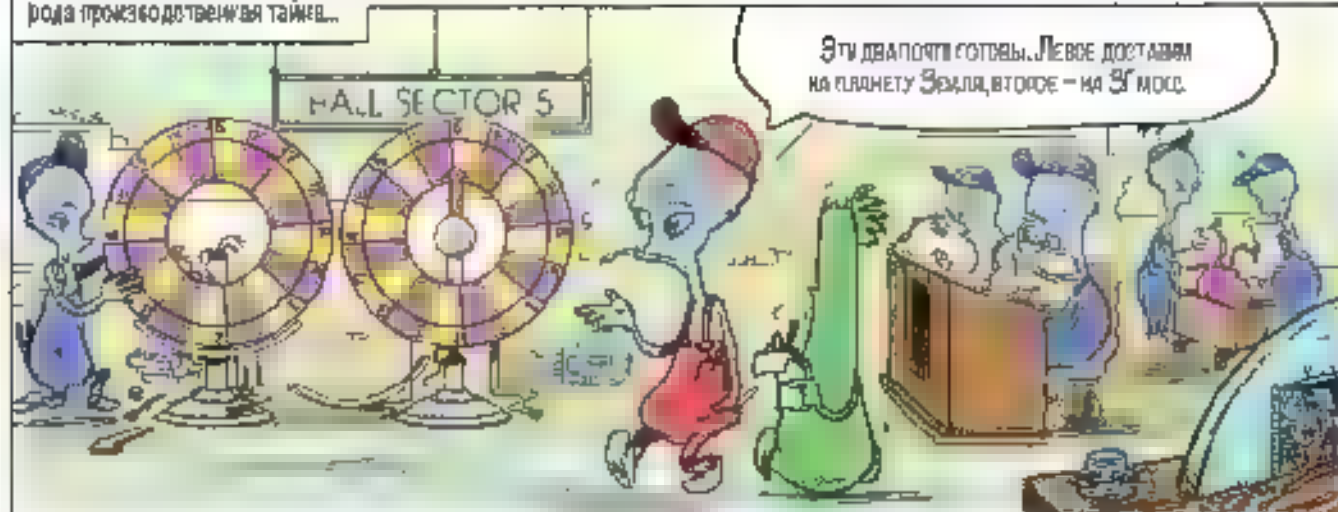
«раскрывает» свойства в другом
объекте, тогда этот объект должен
уже иметь это свойство» все время.

Другими словами, свойства обеих частиц влияли друг на друга с самого начала, так же, как левая перчатка предполагает наличие правой перчатки, вне зависимости, наблюдаем мы их или нет.

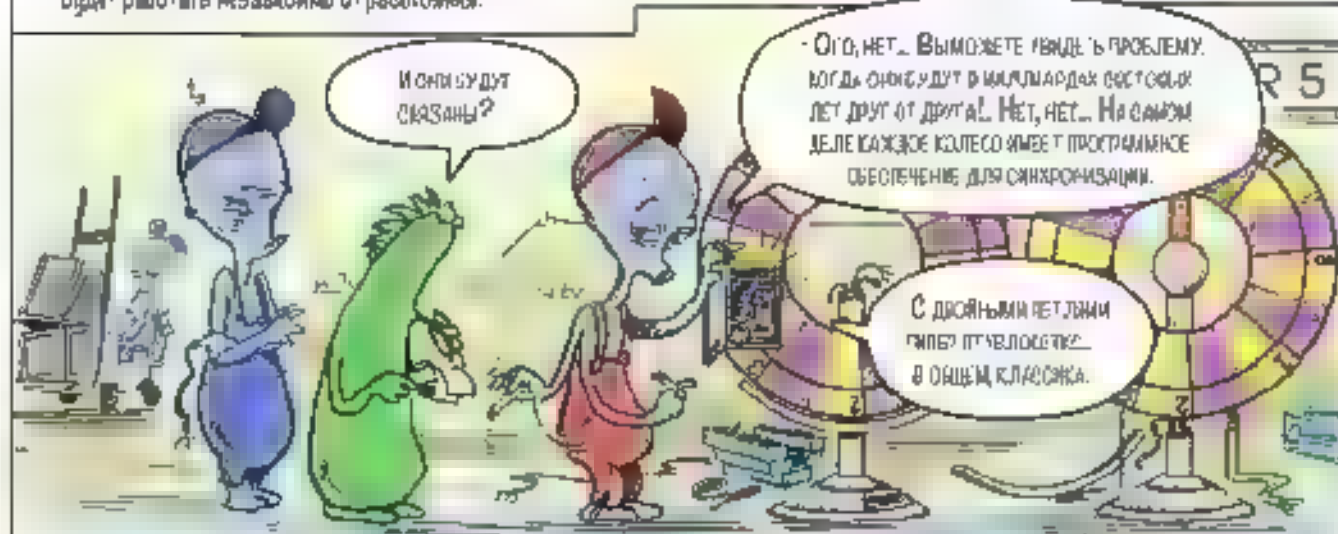
НЕТ СВЯЗИ

Это было в 1935 году
Эйнштейну было 56 лет.

Таким образом, частицы будут действовать в соответствии с локальным скрытым механизмом. «Локальный» означает, что они существовали и до разделения частиц. А «скрытый» — что они не были обнаружены человеческой наукой. Короче, своего рода производственная тайна...



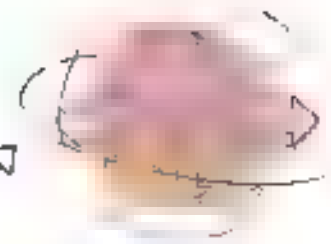
Природа, должно быть, с самого начала организовала эту неизбежную связь между двумя существами. Этот механизм будет работать независимо от расхождения.



По словам Эйнштейна, частицы не связаны. Они скрывают секретный механизм, своего рода программу координации, которую однажды может открыть наука, тем самым завершив квантовую теорию.

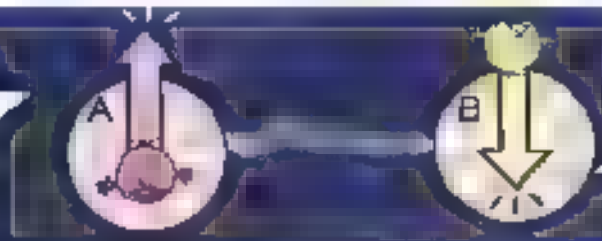


Существует ли эта секретная программа? Напрасно, это будет означать, что спин электрона А и В в их неопределенном состоянии уже определен, даже если мы их не измеряем. Есть способ, которым мы могли бы доказать это...



Помните, что наблюдение электрона под определенным углом заставляет его спин выбирать одно направление вдоль этой оси: вверх (здесь розовый) или вниз (желтый). Мы можем измерить только один угол сразу.

Итак, если мы измеряем электрон А в вертикальном углу, то получаем розовый спин.



На той же оси электрон-близнец всегда показывает противоположный спин - в этом случае желтый.

Спин может варьироваться в зависимости от угла наблюдения. Если с этого раз он находится под горизонтальным углом, электрон А может показывать желтый спин.



Его близнец снова покажет противоположный спин.

Итак, если два запутанных электрона измеряются по одной оси, то они всегда показывают противоположные спины.

Но от угла, они так запутаны.

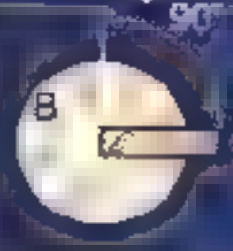


Вот в чем вопрос: существовали ли эти значения до наблюдения? В результате изобретательный физик по имени Джон Белл создал своего рода статистическую игру. Идея состоит в том, чтобы наблюдать запутанные электроны с двух разных углов и записывать частоту противоположных результатов (розовый или желтый). Давайте посмотрим...

Электрон А, наблюдение по вертикальной оси.



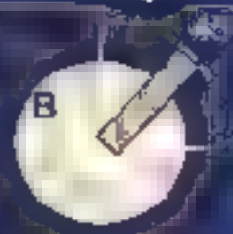
Электрон В, измерение по горизонтальной оси (то есть разница в 90° по сравнению с А).



В этом случае спин электрона В имеет 50%-ый шанс быть таким же, как у электрона А, а вообще не 100%-ный.

Электрон А та же вертикальная ось.

Электрон В теперь отклоняется от А на 45° . теперь у него шансов 3 из 4 шансов (75 %) быть противоположности А.



Ученые типа $\leq 3/4$ все еще математически невинны, невинным была. Они утверждают, что при развороте на 45° между А и В шансы будут противоположными максимум в 3 разам 4, и никогда больше. Выходные исключают все возможные комбинации, поэтому вероятность 75% является абсолютным математическим пределом.



Но этот предел фактически может быть чарушен: одна и та же скорость для двух запутанных частиц, измеренная в лаборатории, возрастает до 85 %. Ни одна программа, основанная на локальных скрытых переменных, не может одолеть это, какой бы сложной она ни была.

Так что локальных переменных не существует! Никаких «предetermined» свойств не существует! Частицы выбирают эти свойства в тот момент, когда они измеряются, и взаимно влияют друг на друга на расстоянии.



Это все равно, что положить пять шариков в коробку, помеченную буквой 'А'. Из них, скажем, три розовых.



Вскоре вы достаете... четыре розовых шара: шар сам по себе изменил цвет! Никакая математическая логика не может объяснить это.



Более того: вы обнаружите ту же переменную в коробке 'В'.



Итак, нелокальные корреляции связывают запутанные частицы. Давайте визуализируем эту концепцию, используя наши «таинственные» электроны, Алису и Боба, которые разделены миллиардами километров.



Пригворимся, что не наблюдаем за ними они находятся в неопределенном состоянии.



Д-теперь БАМ Вы наблюдаете
Алису! Она идет так...

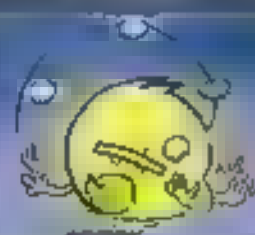
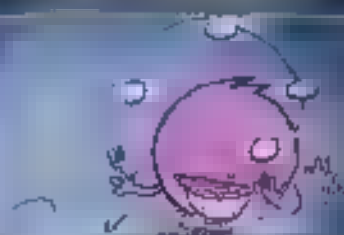
Пуф! Вылетел парадокс, в то же
время, Боб копирует ее.



Алиса не посылая Бобу секретный код килтаса: тьюсть. И Боб также не передавал Алисе никаких координат. Вот что произошло, по словам физика Николая Гизина. Алиса и Боб на расстоянии вместе сгенерировали код, который одновременно материализовался в обеих сторон.

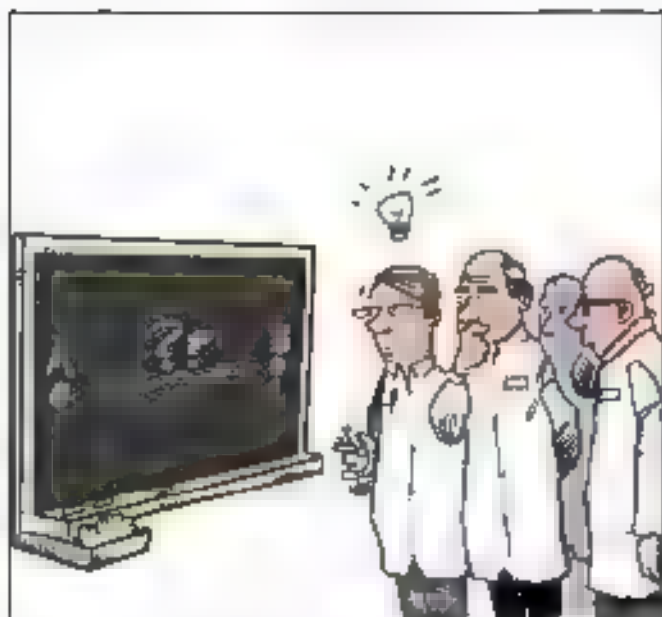


Эйнштейн был прав в одном: частицы не общаются. В этом смысле нет конфликта с законом специальной теории относительности. Хотя он ошибался в отношении остального: нет локальных переменных, объясняющих корреляции. Квантовые объекты связаны "незональным" образом. Отлично. Но это все еще не отвечает на вопрос: как это происходит? Частицы могут синхронизироваться?



Для научного сообщества этот случай казался таким же невероятным, как турки в водоласке на французском. Лазурном берегу в самые жаркие дни июля. Но гораздо более ошеломительным.

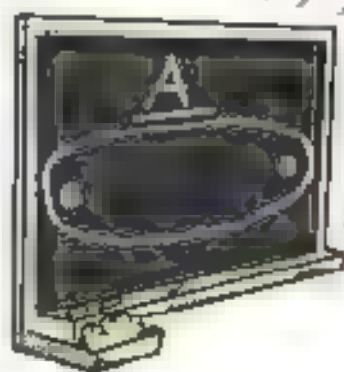




Был предложен математический ответ.

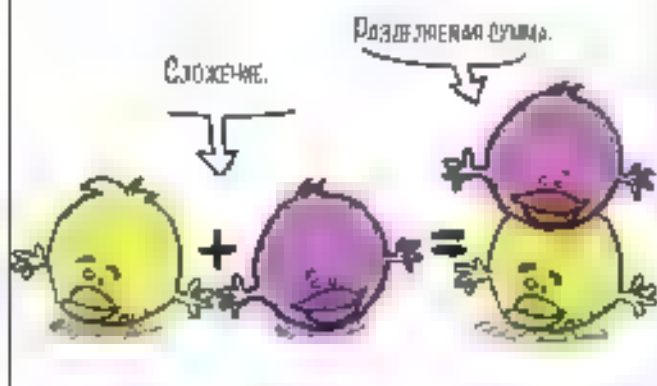


Идея состоит в том, что нет двух взаимозависимых честиц на расстоянии, они представляют собой единую сущность. Два запутанных объекта не должны рассматриваться отдельно.

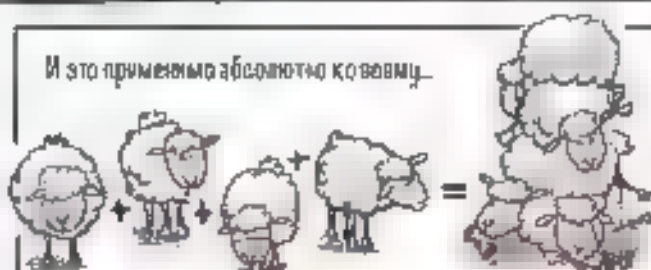


По сути, это ничего не решает... Но как-то обнадеживает.

Как это работает? Что ж, в нашем видимом мире все состоит из нулевой честиц. Каждый объект локализован в одном месте. Даже если они сложены вместе, каждый сохраняет свою независимость.

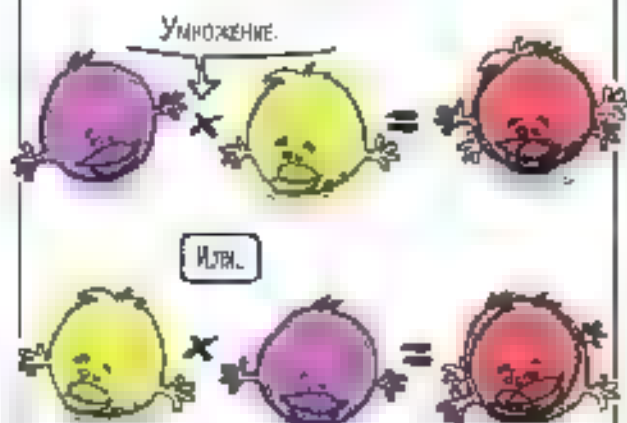


И это применимо абсолютно ко всему...

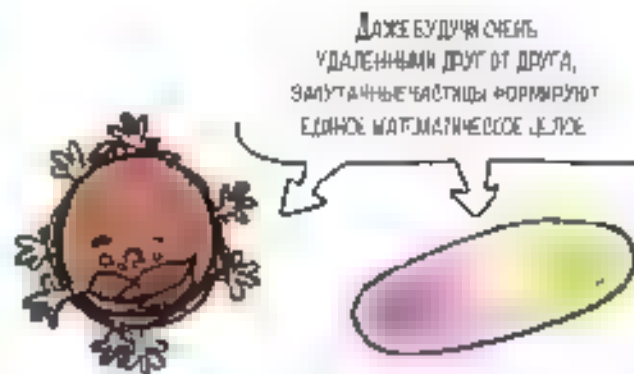


Ну, в общем, вы поняли.

На высоте этого частицы любят объединяться.
Сложение двух частиц приводит к **ПРОИЗВЕДЕНИЮ**
волновых функций.



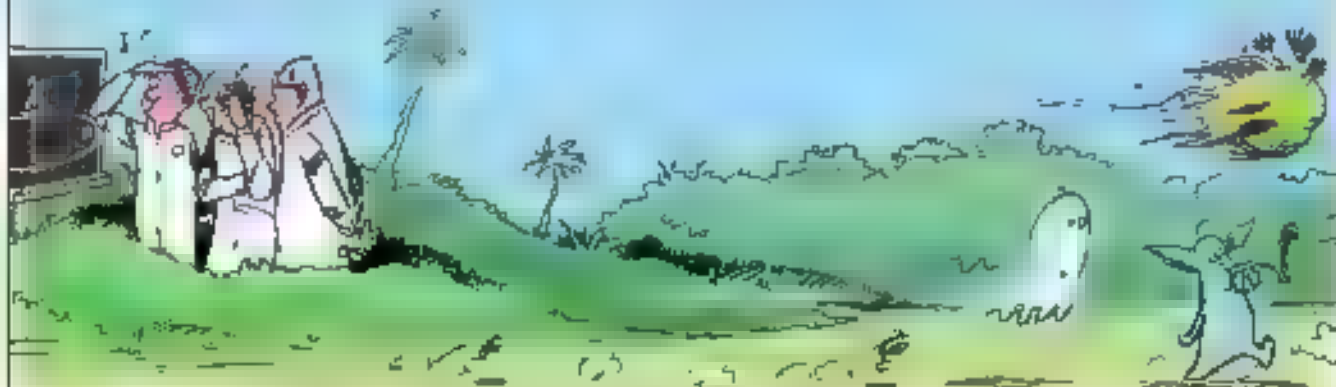
В этом случае невозможно привести результирующую волновую
функцию обратно к двум волнам, которые соответствуют каждой
из частиц. Сумма двух, кажется, сплетается вместе. Они
неразделимы и неразличимы!



До сегодняшнего дня никто не смог объяснить, как частицы могут быть «связаны» на расстоянии без сообщения между
ними. Действительно, связи, кажется, приходят из-за пределов пространства-времени. Таким образом, глобальные
корреляции могут приводиться в связь с парадоксом квантовых явлений, который сам по себе уже довольно острый.



Некоторые гипотезы предполагают что-то вроде «ретроактивности», вызванной отсутствием времени (см. стр. 109). Или
возможную «сверхсветовую» связь. Но дело в том, что на данный момент никто не имеет об этом ни малейшего понятия.



Израильский физик, номинированный на нобелевскую премию, Якир Ааронсон говорит, что ученые в основном
занимались этой проблемой членских корреляций, просто не думая об этом.

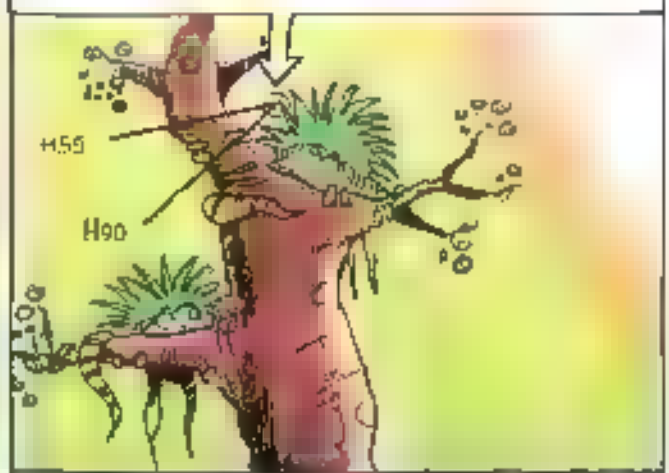
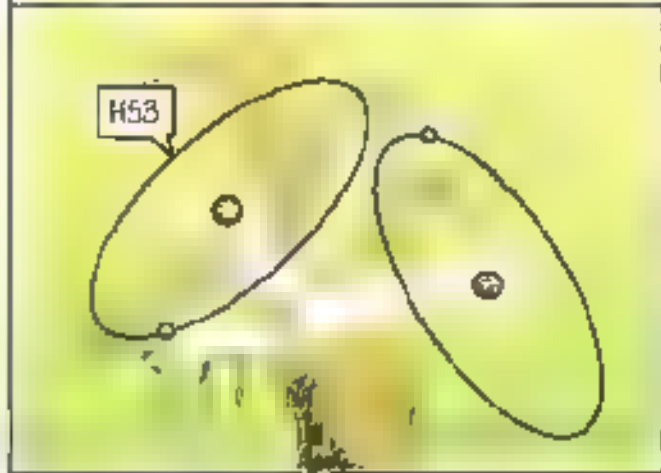
Тайны запутанности – во многом лабораторные изобретения.

Наша вселенная похожа на гигантский чайник, в котором естественным образом заваривается запутанность.



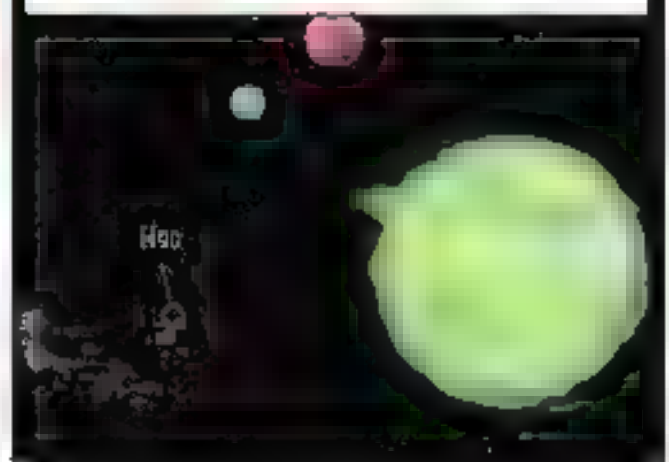
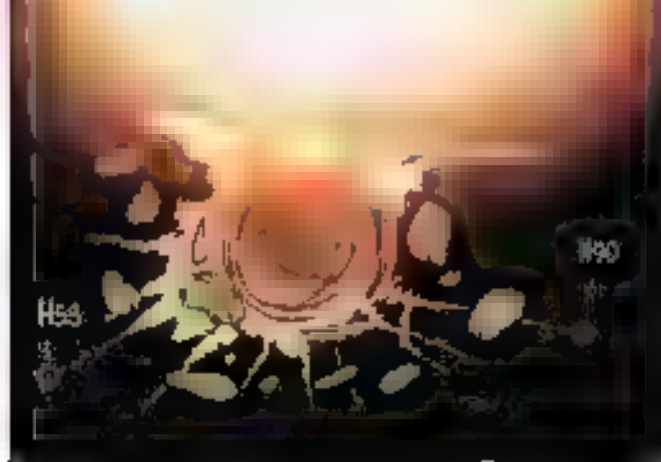
Частицы могут быть связаны простыми контактами: например, два соседних атома водорода. Помните старый добрый H53? 7,5 млрд лет назад, в галактике Андромеды.

Тогда H53 был частью волоса гроуфа. Случилось так, что H53 оказался по соседству с H903487640938985113, другим атомом водорода. Мы будем звать его H90.



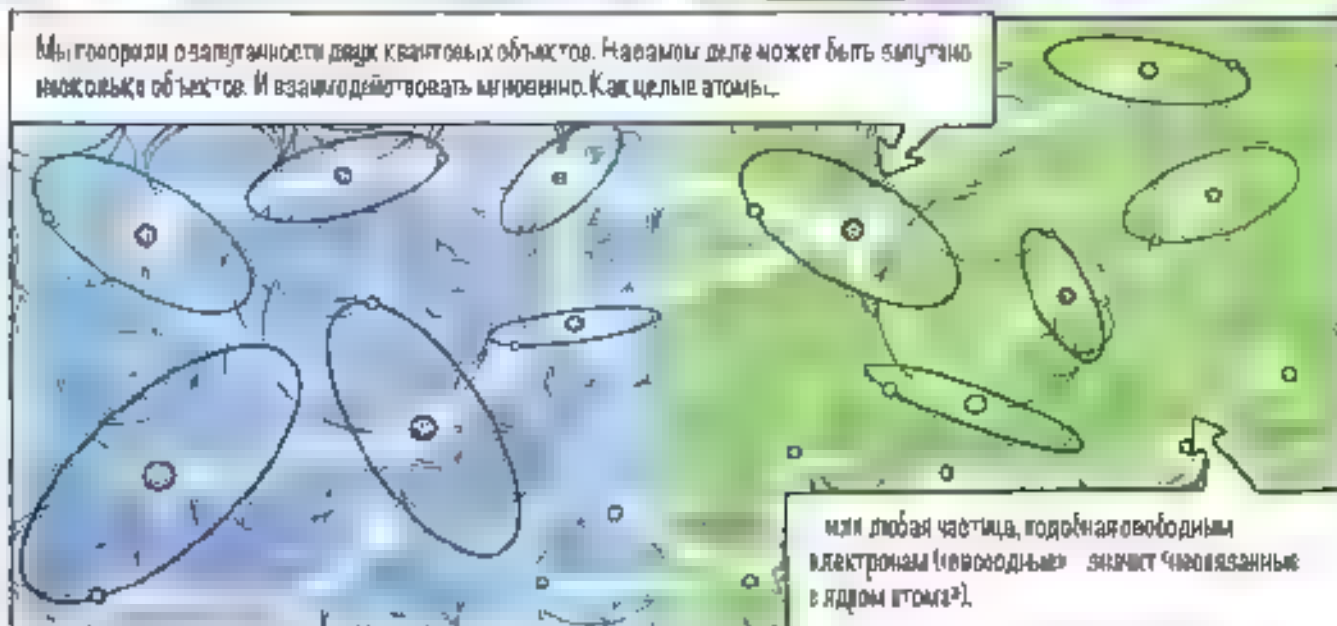
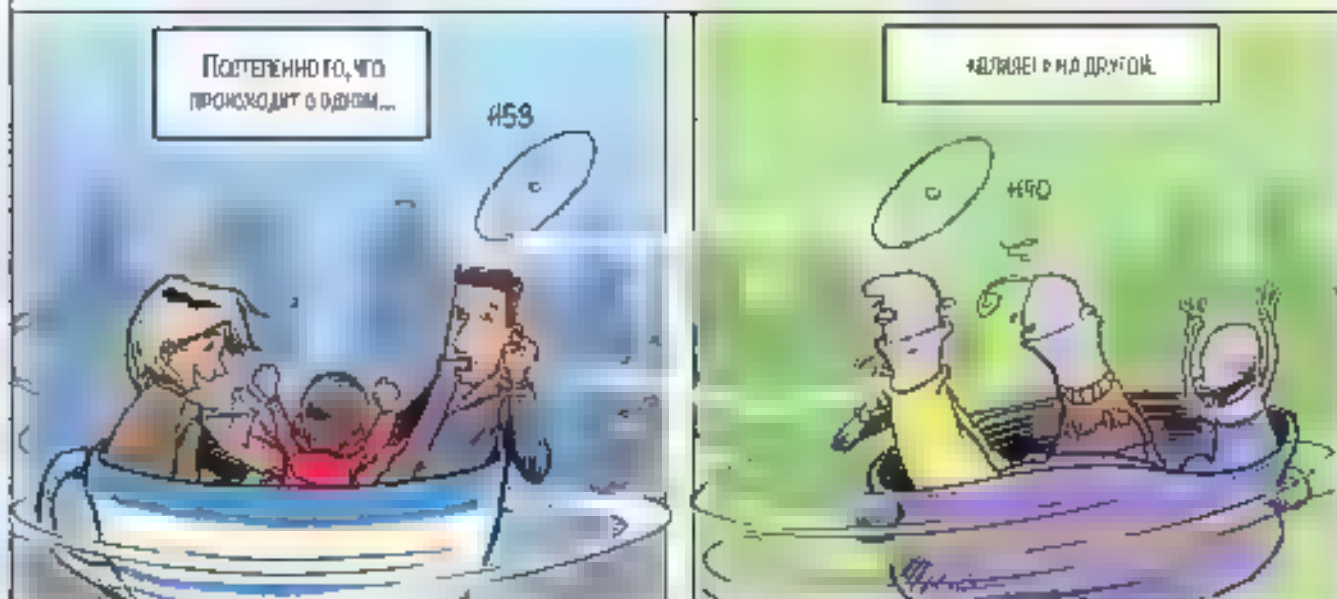
Когда вспыхнула сверхновая, согнула планету гроуфа, атом H90 пошел в сторону, противоположную маршруту H53.

И пока H53 направлялся к Земле, как мы уже видели, H90 бродил коим-то несколько миллиардов лет, пока не приземлился на... 31 млрд (или там, но так ли?)

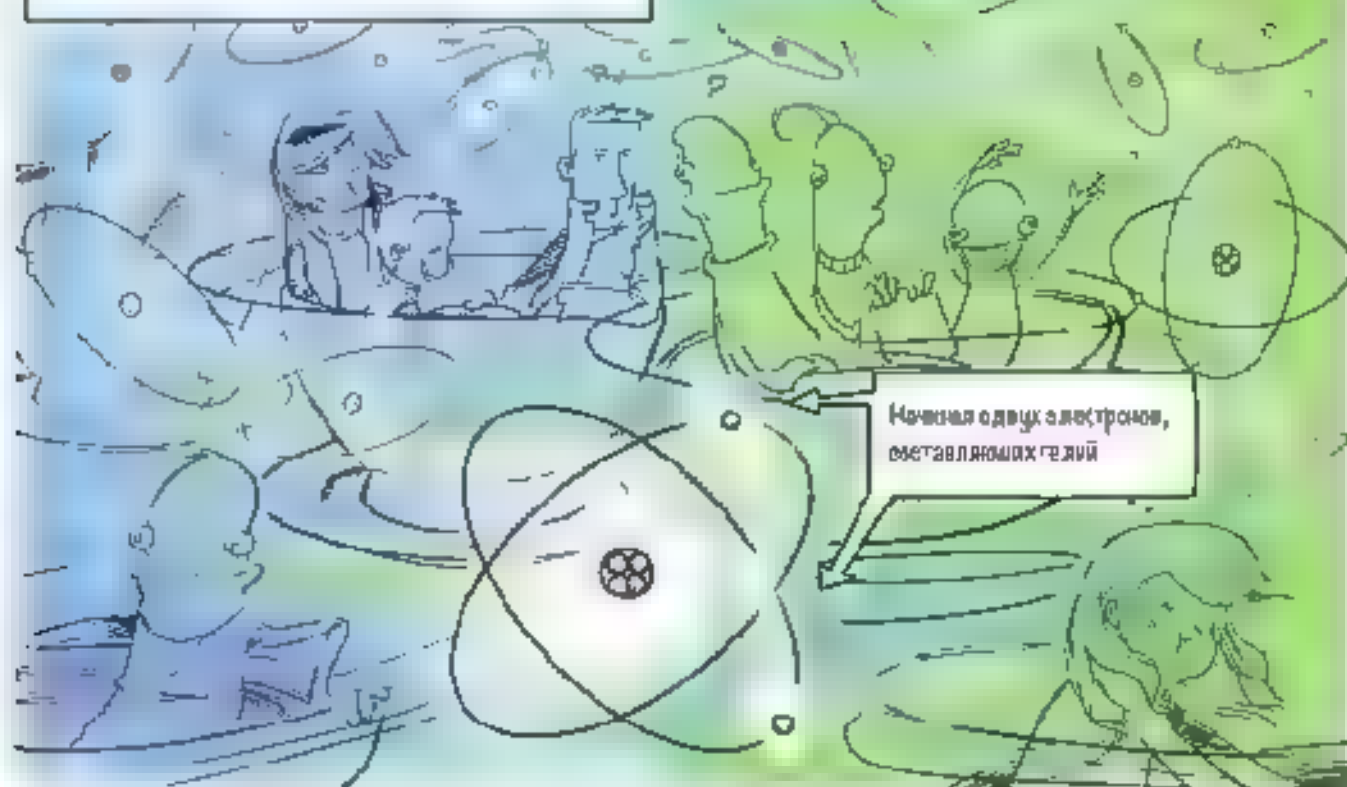




Когда квантовые объекты взаимодействуют они остаются запутанными навсегда. Даже спустя миллиарды, а миллиарды лет функцией волнового произведения $H90$ и $H53$ остаются неделимыми.



Естественная запутанность также может соединять электроны, находящиеся внутри атомов.



Начинал с двух электронов, составляющих гелий

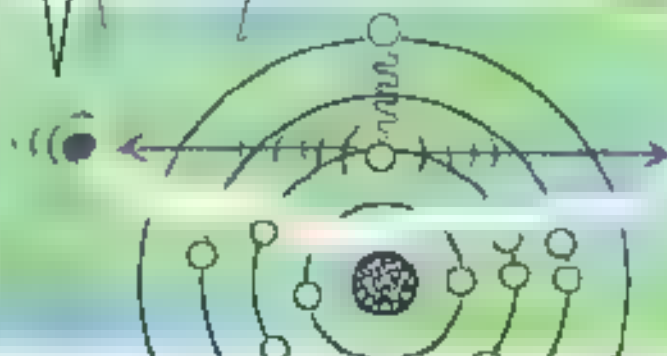
Но и это еще не все. Вспомните, внутри атома электрон может прыгать с одной орбиты на другую. Делая это, каждый атом испускает или поглощает фотон, квант электромагнитной энергии (см. стр. 80).

Напомним: если электрон прыгает на более высокую орбиту, он поглощает фотон и таким образом поглощает его энергию.

Когда он возвращается в исходное состояние, он теряет фотон, следовательно, теряет дополнительную энергию.

Но иногда, когда электрон возвращается в исходное состояние, он испускает ДВА фотона. И угадайте, что произошло? Эти два фотона запутались. Это происходит в атоме кальция.

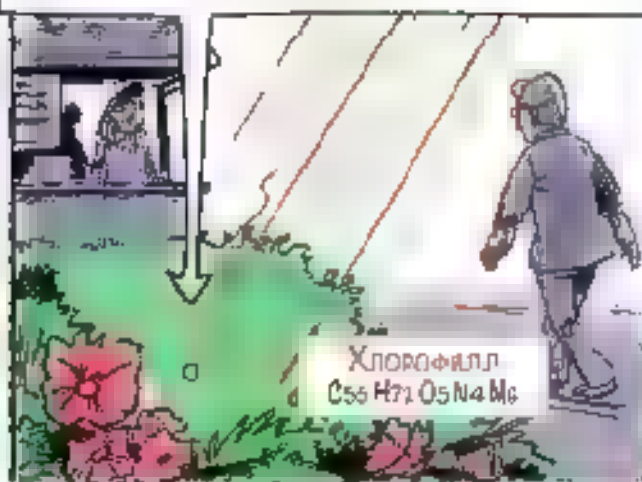
Запутанность, таким образом, может генерироваться спонтанно из энергии.



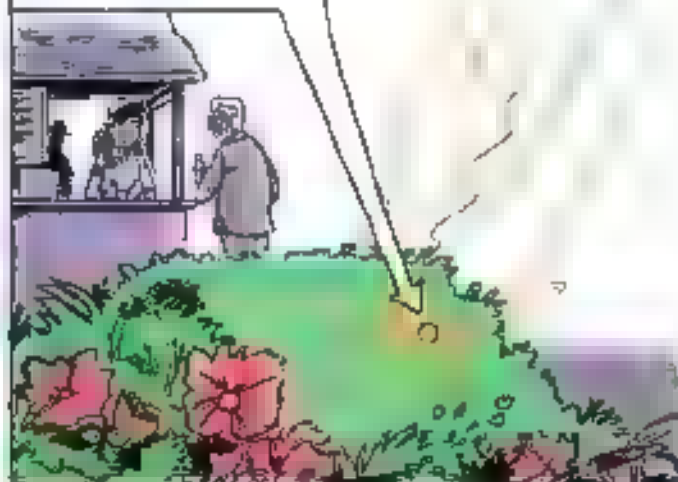
Корова голова – выпуклая, кажется, легкая же обычное дело, что комары в болотах Флориды. Время от времени ученым удается бросить мимолетный взгляд на это, но и этого хватает, чтобы вызвать у вас головокружение.



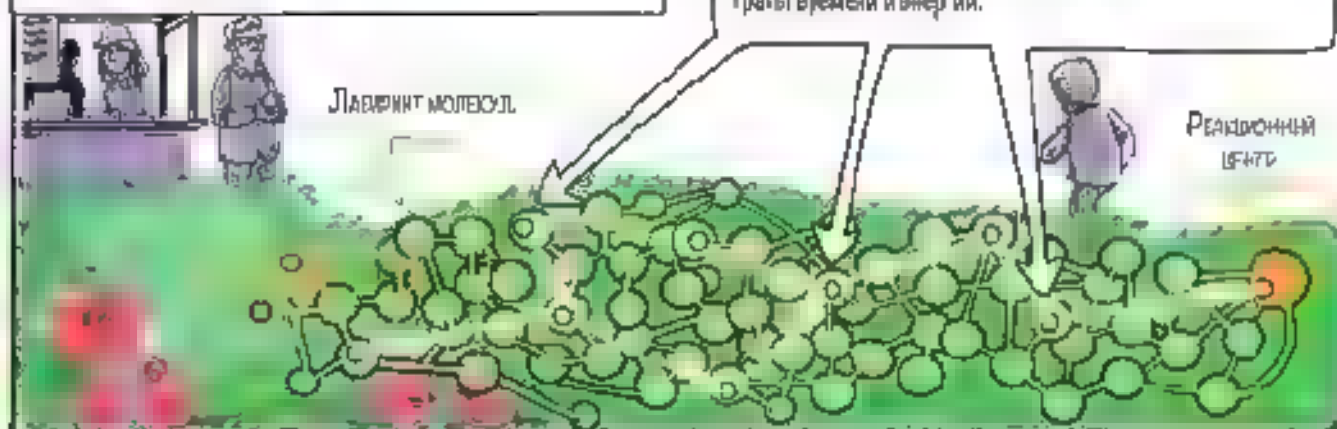
Недавно было высказано предположение, что запутывание является частью фотосинтеза. Как? Должны фотоны достигают электронов хлорофилла. Красное и синее электромагнитное излучение поглощается.



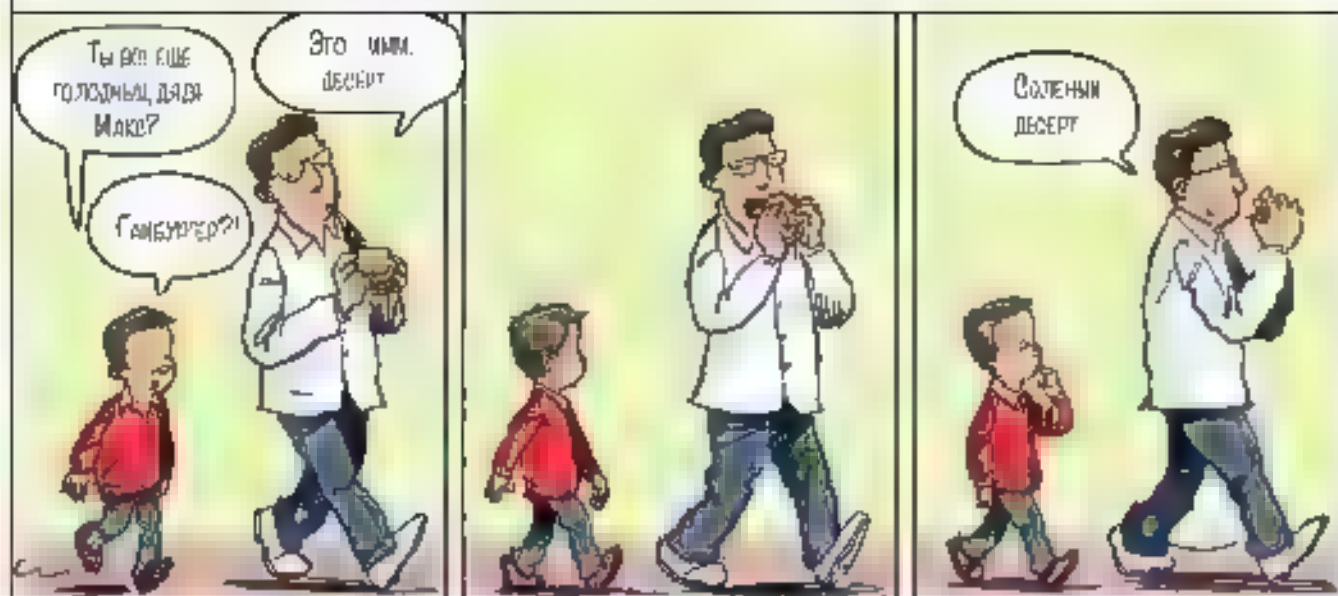
Благодаря этому излучению электроны освобождаются от фотонов и освобождают свои энергетические уровни настолько, чтобы освободиться от преследователей атомной орбиты. Теперь они свободны.



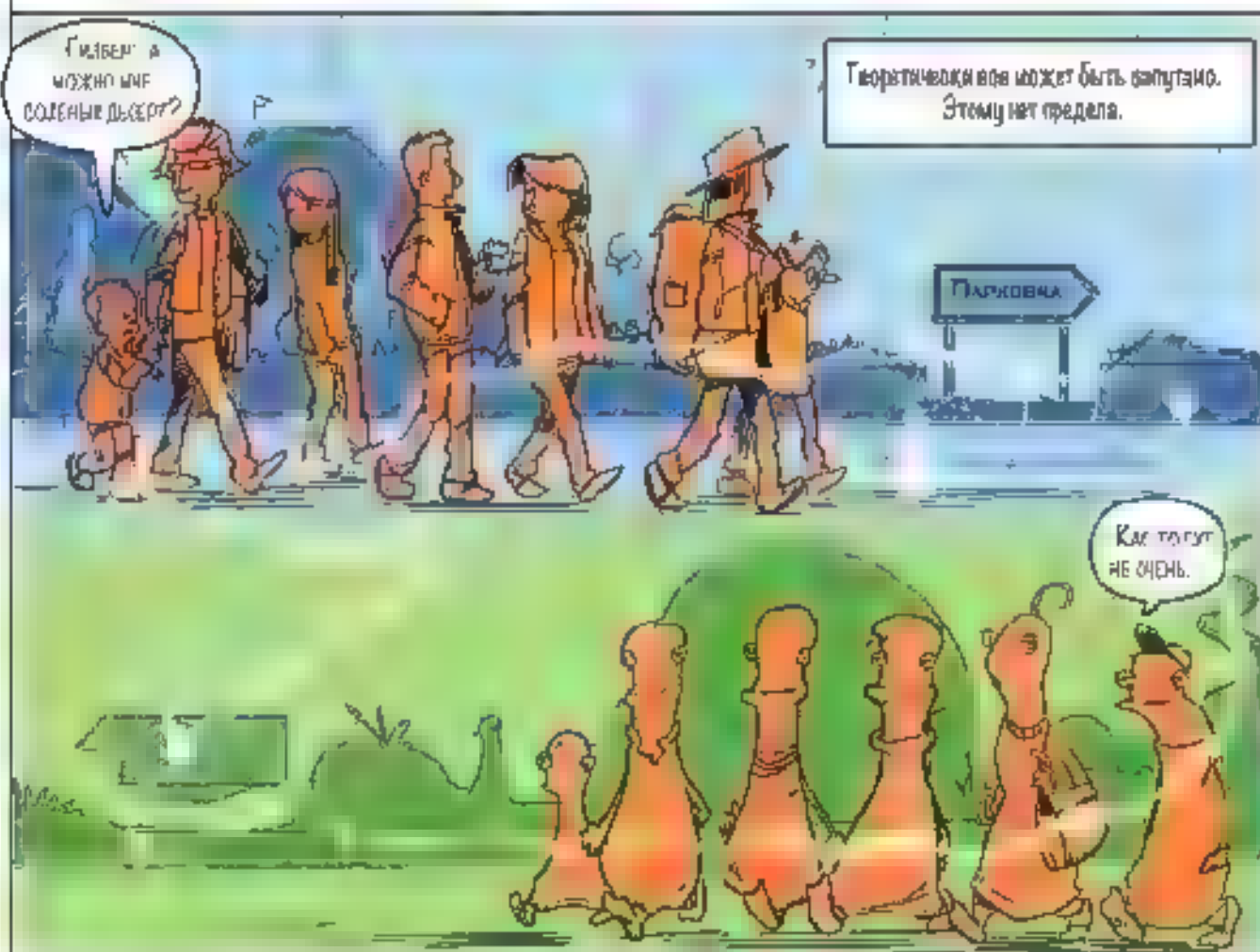
Эти наполненные энергией электроны будут включены в сложную биохимическую цепь. Но сначала они должны пройти через лабиринт молекул и местностей, чтобы добраться до реакционного центра.



Важные биологические роли могут играть также и некоторые другие квантовые эффекты: такие как дыхание клеток, цепочка поставок энергии через пшлцу, оловва жизни. Но наши знания об этом все еще скудны.



Надо сказать, что область квантовой биологии остается в значительной степени неизведанной территорией: мы едва выжидали на ее пляжах. Но одно можно сказать наверняка: весь наш мир подвержен запутанности, включая материю (протоны/ нейтроны/ электроны), и энергию (фотоны).



Со всеми мгновенными и сиюминутными связями независимыми от расстояния
впутанность, будет такая же, как если бы между объектами не было пространства

Да на оттракшине «Файтэк»!
Ну вроде зыерь. Вось дней наще!

- Да какая-нибудь внегмоснаши из открытого космоса.



Да как то
хуже реально
не очень.



НЕОПРЕДЕЛЕННОЕ ОБЛАКО В ПУДИНГЕ

«Природа состоит из «квантовых полей, в которых элементарные события происходят в пространстве-времени. Мир странный, но простой»

*Карло Ровелли, физик, один из создателей
теории петлевой квантовой гравитации*

Пустота. На самом деле наш мир пуст

Приматригивь. Теперь видите? «Пустота» не значит «ничего»

Помните, что вакуум содержит постоянные квантовые колебания виртуальных частиц, возникающие нигде и исчезающие в течение наноментов

Это только наноменты, но их достаточно, чтобы дать энергию и, следовательно, массу атомам, которые сами по себе в основном пусты, как пузырьки в пустоте. Материя — это пустота в движении.

Пустота — это постоянный танец фотонов, которые являются видимыми и невидимыми носителями света. Представьте себе всеядную джигу атомов, где энергия и потребляется, и производится. Фотоны и электроны постоянно трансформируются друг в друга.

Безумный танец между материей и энергией происходит одновременно повсюду, без ограничений и сдерживающих факторов — это неопределенная волна.

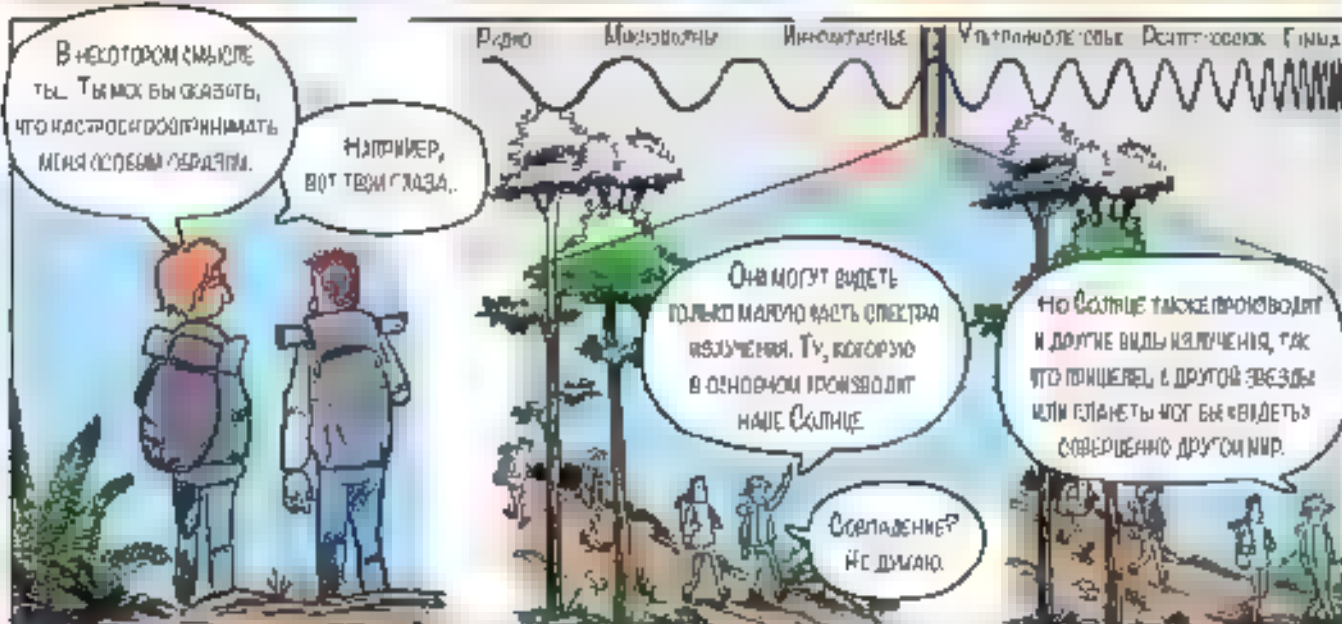
Вселенная - это неопределенное облако, виртуальная воля квантовых полей, которые движутся в пространстве-времени.

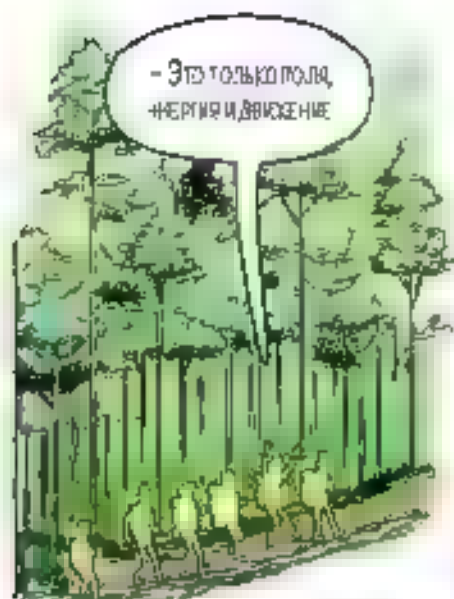
Как только за этим начинается наблюдение, волна мгновенно исчезает, становясь физически «реальной» и фиксируемой с точки зрения вещества и квантовой энергии. Как будто наблюдатель создает реальность!



То есть мир существует только потому, что за ним наблюдают?
Звучит безумно, но нужно всерьез обдумать эту идею.







- Это только поля,
энергия и движение



Между прочим, чем
подорожнее мы знаем мир,
тем менее состоянным он
выглядит



НАПРИМЕР, ВДРУГ ЭТОГ КАМЕНЬ?



- **But what?**



НЕ ЖАЛО.
ПО-МОЕМУ.
ОМ ЧЕРТОВСКО
ПОДОБИИ.

- MHE
DOKE TAK
MADE ON

ЕЛЫ ИХ И ПОТОМ
НАЗНАЧЬ, ОДНО ОДНУ
ИЗ НАИМЕНОВАТЬ ЗА
А БЫ ОКАЗАЛО, ЧТО ЕО
БЕЛЕТСЯ ЭТОТ САМЫЙ



На это ИЛЛЮЗИЯ:

Е/ПН КБ ВЕДОМОСТИ НАЕЛЮДЖЕ-СТ
ЗНАЧЕНИЕ ТРЕСНОВЕ, ПО УСАДЕЛН
СЫБЕДЖИНИНЕ КОПЕБАНКА,
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТОМЕЧАННЫХ
ПРОЦЕССОВ

[illegible]



Для этого камня нет НИЧЕГО
постоянного. Даже время, которое
может течь, более или менее быстро.

Во-первых, гравитация,
в зависимости от высоты
каменя над уровнем моря,
саме сплет его время.

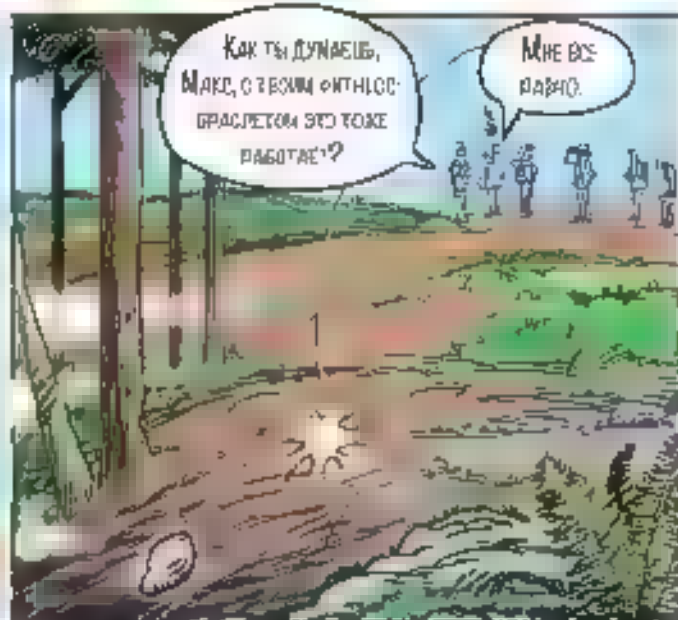


Скорость тоже важна. Смотреть,
что ты бросишь камень.

Чем быстрее
летит камень
в пространстве, тем
медленнее он будет
передвигаться во
времени.

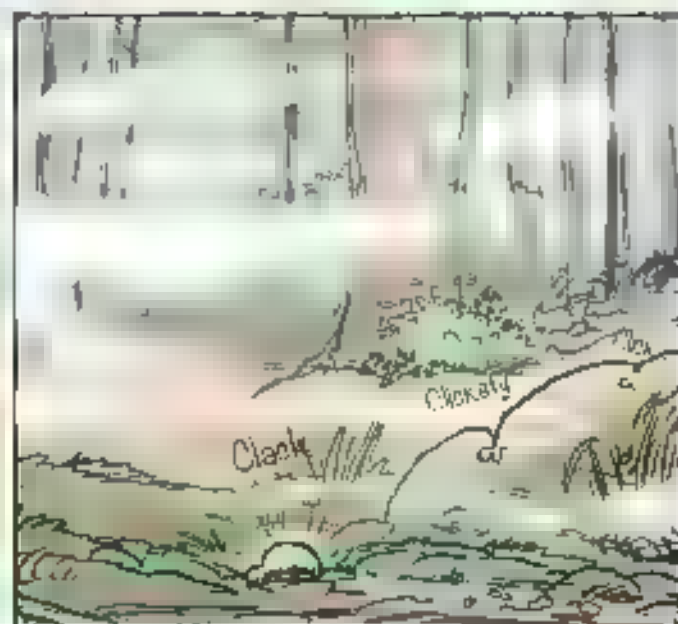
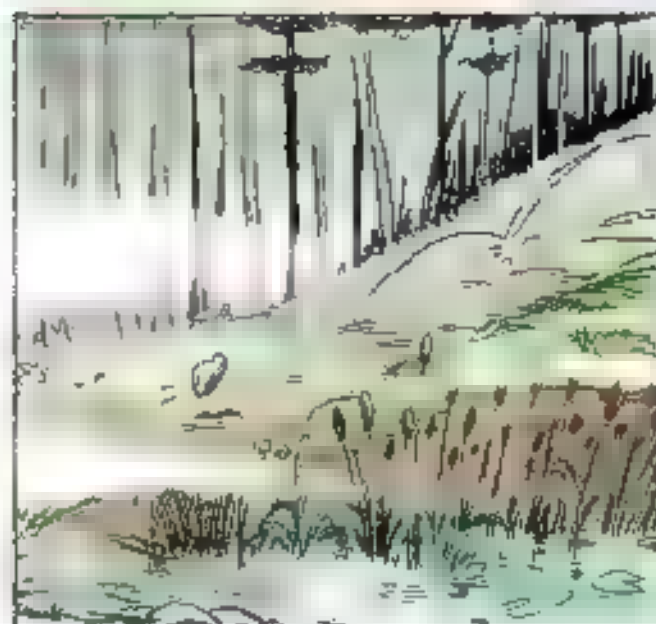


Сейчас время для камня
идет немного медленнее,
чем для нас.



Как ты думаешь,
Макс, с твоим охотничьим
браслетом это тоже
работает?

Мне все
равно.

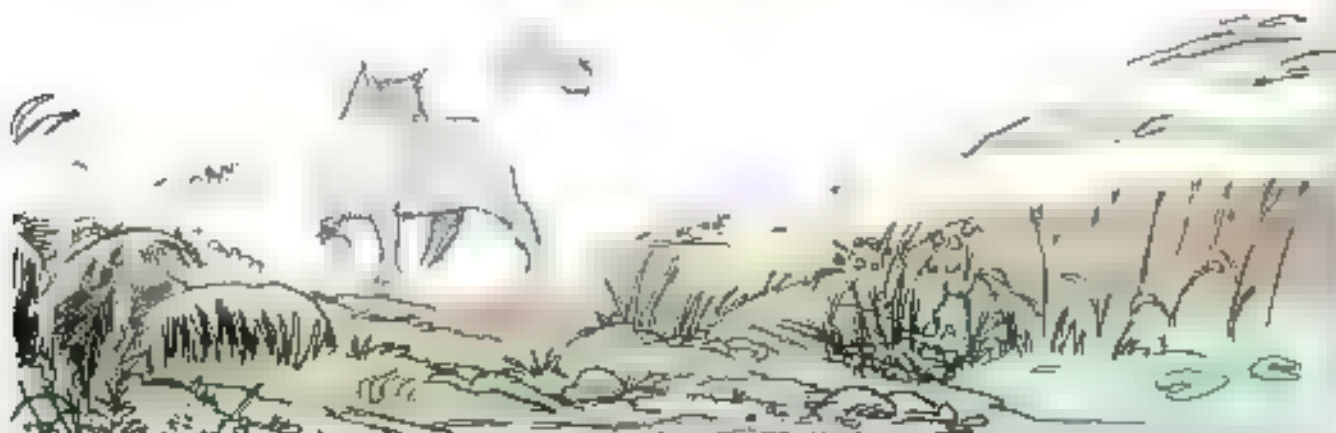


Бесконечно малое становится все больше. Несколько десятилетий назад ученые могли пропалывать за двумя электронами в вакууме, который должен был быть близок к абсолютному нулю, 273° .



Но со временем человечеству стало удивительно обнаруживать все более крупные объекты в суперпозиции или запутанности.

...даже объекты, видимые невооруженным глазом, например чрезвычайно маленькие кристаллы, таким образом отодвигая границы декогерентности явления, которое естественным образом приводит к коллапсу квантовой волны.



Большин и теплее! Квантовые эксперименты проводились во «влажной и шумной» среде, близкой к условиям, необходимым для органической жизни. Это открывает огромные перспективы для квантовой биологии. На этом этапе самый жирный кот Шредингера состоит из нескольких тысяч атомов.



...Кот все еще дышит и неуловимый, но мы приближаемся всели не к размеру, то хотя бы к духу знаменитого парадокса.

За последние столетие наука
помогла нам впервые в истории
мотором немого понять часть
кашей «замурованной
реальности».

Палатка с колышками?
Я думал, такие перестали
продавать еще в каменистом
веке.

- Ну Хм
Примерно
тогда я ее и купил.

- А ты не во
всем гни, как
я подозреваю.

Смотри
и учись.

- Хэл!

О-о-о, волшебство!
Ты колдун!

Мне кажется, этот
фокус захватывает
губа.

Сначала нам нужно
запаситься дровами на ночь.

И не подходи слишком
близко к своей
антажной палатке.
Ты можешь привлечь
шотландцев.

Недавний научный прогресс можно сравнить с аллегорией пещеры Платона. Философ описывает людей, которые вынуждены
проводить всю свою жизнь в пещере, видя только тень козлов. Их единственный горизонт — стена перед ними.

Наше вавилонское восприятие — как люди в этой пещере, для которых реальность состоит только из



тени, которые они видят на стене перед собой.



Если кто-то из них выйдет из пещеры, он увидит мир таким, какой он есть. Но как объяснить «деревя», «реку» или «небо» другим? И будут ли они вообще в это верить?

Эй, Гилеест! Твой котенок
евангелиста послал как
пожарить? Посмелен: или
еще для «пожарка» подсаде?



Люди начали выходить из пещеры. Наши знания начали подниматься
с горизонтальной планки к бесконечно большому и малому.

- Ой Не делай его
так далеко на огне



Эти открытия заставляют философов коренным образом переосмыслить свой подход к древнему вопросу: что такое существование? Теперь мы знаем, что время, пространство, энергия и материя не то, чем они представляются. Это огромный скачок.

Итак, мы знаем, чем не является мир. Но мы гораздо менее уверены, чем же он на самом деле является. Примечательно, что релятивистская физика идеократно большая и квантовая механика идеократно малое! Основаны, по-видимому, на противоположных принципах. И гравитация — это как камень преткновения.

Релятивистская «сплошная» пространственно-временная вселенная гравитации обледует классической детерминистской логике причине и следствия. Ее мир непрерывен, а не разделен на части.



В отличие от нее, квантовая механика ослепительна и неопределенна. Ее реальность прерывиста, состоит из крошечных квантов и базисовых часов. Так что это просто не дает повода для гравитации.

Чтобы преодолеть это противоречие, молодые ученые начали искать изумительной красоты глобальную теорию квантовой гравитации. Здесь есть две основные противоборствующие теории.

Слева - теория суперструн.
Она строит мир, состоящий не три,
а десять измерений.

**Справа - теория
петельных квантовых
гравитации.**

Но проблема в том, что мы не можем
даже представить себе десять новых
измерений: эта величина намного
напоминает гардероб трансовестита,
выступающего в кабаре. И до сих пор
никто не нашел ни малейшего следа
их существования (измерений, а не
трансвеститов).

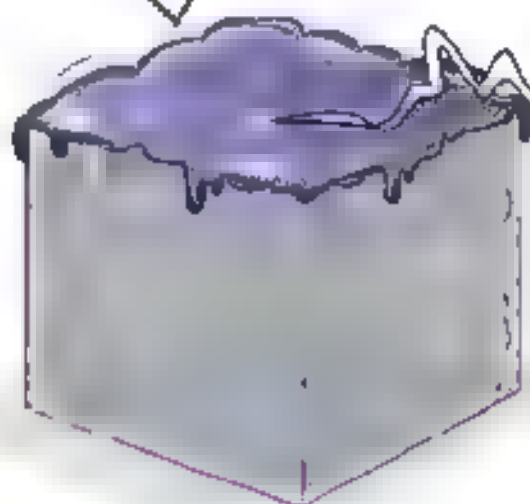
Согласно ей, пространство-время
гранулировано, то есть оно состоит из
квантов, таких как энергия и материя.
Мир, таким образом, будет полностью
состоять из квантовых полей.

Среди всех этих гипотез и вопросов есть несколько определенных вещей. Эксперименты показывают, что все частицы, все,
что составляет этот мир, - ведут себя так, как будто времени и пространства не существует. Кажется, будто это другая сфера,
пронизывающая нашу реальность, сфера за пределами пространства-времени.

Или бы татары желтой тыльной мешком

Наша вселенная вместе с вами, кажется, содержится внутри коробки. Это хорошая большая коробка, но она все же находится под контролем другой реальности, «окончательной» реальности.

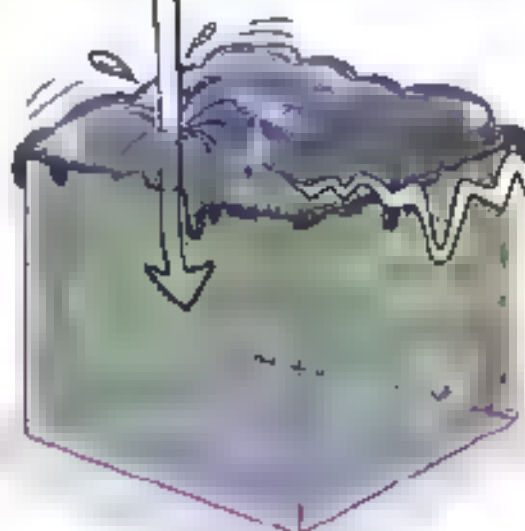
Наша коробка-вселенная наполнена чем-то вроде ЖЕЛЛЕ.
Это наше пространство-время, которое представляет собой волны, колебания и искривления.



Снаружи «окончательная» реальность, которая находится вне пространства-времени.

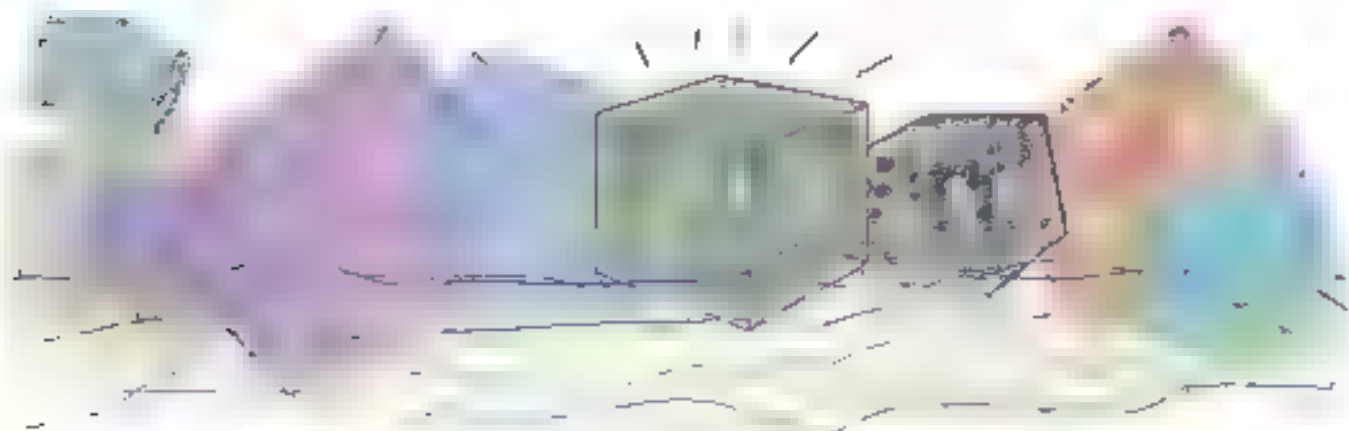
Ладно, я не имею ни малейшего представления о том, что такое эта «окончательная» реальность, но как она все-таки существует? Если бы это был, эта книга стояла бы 1 раз в 1000 лет.

Этот пространственно-временной «кудлинг» нашивован КВАНТОВЫМИ ГИГАНТАМИ, энергией и облаками частиц. Внутри него нет ничего постоянного и ничего твердого.



Короче говоря, мы живем в картинке-обманке фальшивом мире. И это началось около 13 млрд лет назад. Вместе с Большим взрывом.

И было ли что-то до Большого взрыва? Еще одна коробка? Несколько коробок? У них были разные виды измерений? Могут ли время и пространство быть квантовыми полями, которые появляются только в большом масштабе? Являются ли наша Вселенная квантовой и вероятностной, случайно замороженной в один из возможных периодов времени среди миллиардов других — только потому, что мы наблюдаем ее? Все эти варианты серьезно рассматриваются учеными.



Возможно, кроме этой исключительной реальности даны в прошлом. Если это так, нам повезло: мы сможем это расшифровать. Помните, что наша вечная сфера, который приходится к изюбу всех концов Вселенной, не пострадал во время своего путешествия в 13 млрд лет, так что это снимок далекого прошлого.



Возможно, мы сможем увидеть момент Большого взрыва, эту «точку», которая была как бесконечно малая, так и бесконечно большой, что делает его самым интересным — между черными дырами, — где обобщаются все реальности пространства и квантовые принципы.

Однако мы отвечаем: если мы даже сможем — это будет безумием. Например, попытайтесь представить бесконечный период времени, без начала и конца. Это нелепо, не так ли? Но теперь представьте себе обратное, конечный период времени. Что это вообще значит? Вот видите — ничего из этого не логично, не разумно.





- Ну, пока все окончательно не прожухнет...





Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: **115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.**

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.a-planet.ru.**

Оптовые закупки: тел. +7 (499) 782-38-89

Электронный адрес: **books@allians-kniga.ru.**

Лоран Шефер

Квантикс

Комикс о квантовой физике и относительности

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
dmkpress@gmail.com

Перевод *Князева Н. А.*

Корректоры *Синяева Г. И.*

Верстка *Орлов И. Ю.*

Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Формат 70×100 1/16. Гарнитура «Noteworthy».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,51.

Тираж 1000 экз.

Веб-сайт издательства: **www.dmkpress.com**